

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局  
特許協力条約に基づいて公開された国際出願



<p>(51) 国際特許分類 H01L 41/08</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/63603</p> <p>(43) 国際公開日 1999年12月9日(09.12.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/02888</p> <p>(22) 国際出願日 1999年5月31日(31.05.99)</p> <p>(30) 優先権データ 特願平10/149660 1998年5月29日(29.05.98) JP 特願平11/67217 1999年3月12日(12.03.99) JP</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 トーキン(TOKIN CORPORATION)[JP/JP] 〒982-8510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 Miyagi, (JP)</p> <p>(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 熊坂克典(KUMASAKA, Katsunori)[JP/JP] 山口将央(YAMAGUCHI, Masao)[JP/JP] 〒982-8510 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社 トーキン内 Miyagi, (JP)</p> <p>(74) 代理人 後藤洋介, 外(GOTO, Yosuke et al.) 〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目4番10号 第三森ビル Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 CA, CN, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54) Title: <b>PIEZOELECTRIC TRANSFORMER</b></p> <p>(54) 発明の名称 圧電トランス</p> <div data-bbox="574 1304 1122 1654" data-label="Image"> </div> <p>(57) Abstract A piezoelectric transformer (101) comprising a stack (15) including alternate inner electrodes (13) and piezoelectric ceramic layers (103), first electrodes (21, 23) provided on side faces of the stack (15) and connected to the inner electrodes (13), at least one pair of second electrodes (27, 29, 31, 33, 35, 37) provided oppositely on other parts of the side faces where the first electrodes (21, 23) are provided and given the same potential, and a circuit board having a circuit for driving the piezoelectric transformer (101), wherein the piezoelectric transformer (101) is mounted on the circuit board, and the second electrodes (27, 29, 31, 33, 35, 37) are electrically connected to the circuit board.</p>		

# (57)要約

内部電極（13）と圧電磁器層（103）とを板厚方向に交互に複数積層してなる積層体（15）、前記積層体（15）の側面に設けられた前記内部電極（13）に接続された第1の電極（21, 23）及び前記第1の電極（21, 23）とは異なる部分の側面に対向して設けられ互いに同電位となる少なくとも一対の第2の電極（27, 29, 31, 33, 35, 37）を備え、圧電トランスを駆動するための回路基板とを有する圧電トランス（101）において、前記圧電トランス（101）を前記回路基板に搭載するとともに、前記少なくとも一対の第2の電極（27, 29, 31, 33, 35, 37）の対向する夫々の電極と前記回路基板とを夫々電気接続した。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦  
AL アルバニア  
AM アルメニア  
AT オーストリア  
AU オーストラリア  
AZ アゼルバイジャン  
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ  
BB バルバドス  
BE ベルギー  
BF ブルキナ・ファソ  
BG ブルガリア  
BJ ベナン  
BR ブラジル  
BY ベラルーシ  
CA カナダ  
CF 中央アフリカ  
CG コンゴ  
CH スイス  
CI コートジボアール  
CM カメルーン  
CN 中国  
CR コスタ・リカ  
CU キューバ  
CY キプロス  
CZ チェコ  
DE ドイツ  
DK デンマーク

DM ドミニカ  
EE エストニア  
ES スペイン  
FI フィンランド  
FR フランス  
GA ガボン  
GB 英国  
GD グレナダ  
GE グルジア  
GH ガーナ  
GM ガンビア  
GN ギニア  
GW ギニア・ビサウ  
GR ギリシャ  
HU ハンガリー  
ID インドネシア  
IE アイルランド  
IL イスラエル  
IN インド  
IS アイスランド  
IT イタリア  
JP 日本  
KE ケニア  
KG キルギスタン  
KP 北朝鮮  
KR 韓国

KZ カザフスタン  
LC セントルシア  
LI センシブ  
LK スリランカ  
LR リベリア  
LS レソト  
LT リトアニア  
LV リトクセンブルグ  
LU ラトヴィア  
MA モロッコ  
MC モナコ  
MD モルドヴァ  
MG マダガスカル  
MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア  
ML マリ  
MN モンゴル  
MR モリタニア  
MW モザンビーク  
MX メキシコ  
NE ニジェール  
NL オランダ  
NO ノルウェー  
NZ ニュージーランド  
PL ポーランド  
PT ポルトガル  
RO ルーマニア

RU ロシア  
SD スーダン  
SE スウェーデン  
SG シンガポール  
SI スロベニア  
SK スロヴァキア  
SL シェラ・レオネ  
SN セネガル  
SZ スワジランド  
TD チャド  
TG トーゴ  
TJ タジキスタン  
TZ タンザニア  
TM トルクメニスタン  
TR トルコ  
TT トリニダード・トバゴ  
UA ウクライナ  
UG ウガンダ  
US 米国  
UZ ウズベキスタン  
VN ヴィエトナム  
YU ユーゴスラビア  
ZA 南アフリカ共和国  
ZW ジンバブエ

## 明 細 書

## 圧電トランス

## 技術分野

本発明は、ノート型パソコンやカーナビゲーション等の液晶表示パネルの冷陰極管バックライト用のインバータ回路やアダプタ電源回路、電子複写機に用いる高圧発生回路等に用いる圧電トランスに関し、詳しくは、出力電極の構造と回路基板の実装に関する。

## 背景技術

従来、種々の小型電子機器の電源に圧電トランスが用いられている。その典型的なものに、ローゼンタイプ、及び変形ローゼンタイプと呼ばれるものがある。

ローゼンタイプの圧電トランスの一例としては、圧電セラミックス矩形板の長さ方向略半分の表裏面に一对の入力側電極を形成し、これらの一对の入力側電極が形成されていない残りの半分の端面に出力電極を形成している。一对の入力側電極の夫々に接続されたリードの一方が入力部の入力端子となり、出力側電極に接続されたリードの一方は、高電位に保持された出力電極となり、入力側電極の他方のリードは、入出力共通の端子となっている。

一方、変形ローゼンタイプの圧電トランスの一例としては、内部電極膜と圧電磁器層とを交互に積層して積層体を形成し、この積層体の長さ方向略半分を入力部、残りの半分を出力部としている。入力部には、圧電磁器層と交互に重ねられた内部電極の内のものが隣接するものが、互いに逆の側面に引き出され、夫々、積層体の側面に形成された入力電極に夫々接続されている。一方、出力部は、帯状の電極が、積層体の長さ方向に、並び且つ圧電磁器層とを交互に積層されて形成されている。この内部電極の両側は両側面に露出し、両側面に対向して対をなすように形成された出力電極に接続されている。入力電極に夫々設けられたリード線が入力側に接続され、出力電極に設けられたリード線が出力側に接続される。出力部の一つのリード線は高電位であり、隣接するリード線は、低電位で、かつ同電位となっている。

しかしながら、圧電トランスを使用したインバータに対して輝度調整の要求範囲が拡大したため、その対応としてバースト調光の採用が多くなった。

その結果、従来の実装方式では生じなかった可聴音の発生が、さらに、問題となってきた。このことは、従来、圧電トランスの振動はほぼ単一振動モードで駆動されていたが、調光機能を付加することにより圧電トランスは、単一モードの振動ではなくなり、その影響が電氣的接続部に生じてきたためによる。

さらに、振動モードが単一ではなくなる課題と、更に小型薄型への移行にともない、圧電トランス素子の電極構造に対して電氣的接続を行う面積等に制約が加わり、圧電トランス素子と回路基板との電氣的接続に関する信頼性の問題が生じてきた。

そこで、本発明の第1の目的は、従来の実装方法に比べて、工程数、実装にかかる時間を極力抑えた圧電トランスを提供することにある。

また、本発明の第2の目的は、前記圧電トランスの実装方法を提供することにある。

また、本発明の第3の目的は、可聴音の音圧レベルを改善することができ、かつ昇圧比、発熱等の電氣的特性は劣化がみられず、信頼性の向上がはかれる圧電トランスを提供することにある。

また、本発明の第4の目的は、非常に薄型の圧電インバータが実現出来る圧電トランスを提供することにある。

さらに、本発明の第4の目的は、上記圧電トランスを用いた圧電インバータ電源を提供することにある。

#### 発明の開示

本発明によれば、長い板状の圧電磁器を含む圧電トランス本体と、前記圧電トランス本体の長さ方向の略半分の表裏面及び両側面の内の少なくとも一方に形成された一对の第1の電極と、前記トランス本体の長さ方向の残りの略半分の側面及び端面のうちの少なくとも一方に設けられた少なくとも一つの第2の電極とを備えた圧電トランスにおいて、前記圧電トランスは、当該圧電トランスを駆動するために電源回路部品を実装した回路基板に搭載されているとともに、前記第2

の電極に複数の端子を設けて前記回路基板に夫々接続したことを特徴とする圧電トランスが得られる。

ここで、本発明の圧電トランスにおいて、前記圧電トランス本体は、内部電極及び圧電磁器層を板厚方向に交互に複数積層してなる積層体及び単一の圧電磁器層の内的一方からなることが好ましい。

また、本発明においては、 $1/2$ 波長あるいは1波長の振動モードで駆動され、前記回路基板上に前記圧電トランスを実装するために、前記圧電トランスと前記回路基板との間に介在した柔軟性を備えた弾性体からなる固定部材を備え、前記固定部材によって前記圧電トランスを前記回路基板上に固定され、前記固定部材は、前記トランスの各々の両端から全長の $1/5$ までの部分に点及び線状の内のいずれか一方の形状に設けられていることが好ましい。

また、本発明によれば、 $1/2$ 波長あるいは1波長の振動モードで駆動する圧電トランスを、前記圧電トランスを駆動するための電源回路部品を搭載した回路基板上に、前記圧電トランスを実装するために、前記圧電トランスと前記回路基板との間に柔軟性を備えた弾性体からなる固定部材を介在させて前記圧電トランスを前記回路基板上に固定する圧電トランスの実装方法において、前記圧電トランスの各々の両端から全長の $1/5$ までの部分に前記固定部材を点又は線状に設けて前記圧電トランスを前記回路基板上に実装することを特徴とする圧電トランスの実装構造が得られる。

即ち、本発明においては、 $1/2$ 波長あるいは1波長の振動モードで駆動する圧電トランスと当該圧電トランスを駆動する回路部品を搭載した回路基板に実装する電源として、当該圧電トランスの振動の節点部分に対応する部分を含まないように両端から全長の $1/5$ までの部分に、点又は線状に柔軟な弾性体で固定することで、当該圧電トランスと当該回路基板の固定とともに当該圧電トランスの支持の役割も果たすことにより、支持部材を省くことが可能となり、圧電トランスの作業工程の軽減と、実装にかかる時間の短縮をはかれるとともに、従来の支持に比べ支持面積が拡大し、より単一ではない励振に対して振動を吸収しやすい実装方法となり、より異常な振動を軽減できるものである。

## 図面の簡単な説明

第1図は従来技術による変形ローゼン型圧電トランスの端子構造を示す斜視図；

第2図は従来技術によるローゼン型圧電トランスの端子構造を示す斜視図；

第3A図は本発明の第1の実施例による変形ローゼン型圧電トランス素子の端子構造を示す斜視図；

第3B図は第3A図のI I I B-I I I B線に沿った断面図；

第3C図は第3A図のI I I C-I I I C線に沿う断面図であり、出力側の高電圧部の断面を示す；

第4図は第3A図の変形ローゼン型圧電トランスの回路基板へ実装した状態を示す斜視図；

第5図は第4図の変形ローゼン型圧電トランスの配線図；

第6図は本発明の第2の実施例による圧電トランスの端子構造を示す斜視図；

第7図は第6図の圧電トランスの回路基板へ実装した状態を示す斜視図；

第8A図は本発明の第3の実施例による圧電トランスの回路基板に実装した状態を示す平面図；及び

第8B図は第8A図の圧電トランスの側面図である。  
本発明を実施するための最良の形態

本発明の実施例を説明するために、本発明をより容易に理解するために、従来技術による圧電トランスについて第1図乃至第2図を参照して説明する。

第1図を参照すると、変形ローゼンタイプの一例としての圧電トランス11は、内部電極13と圧電磁器層とを交互に積層して積層体15を形成し、この積層体15の長さ方向略半分を入力部17、残りの半分を出力部19としている。

入力部17には、圧電磁器層と交互に重ねられた内部電極13の内のものが隣接するものが、互いに逆の側面に引き出され、夫々、積層体15の側面に形成された入力電極21、23に夫々接続されている。

一方、出力部19は、帯状の電極25a、25b、25cが、積層体15の長さ方向に、並び且つ圧電磁器層とを交互に積層されて形成されている。この電極

25a, 25b, 25cの両側は両側面に露出し、両側面に対向して対をなすように形成された出力電極27, 29と31, 33と、35, 37とに接続されている。

第1図に示す圧電トランス11を図示しない回路基板に電氣的接続するには、入力電極21, 23に夫々設けられたリード線39, 41が入力側に接続され、出力電極27, 33, 35に設けられたリード線43, 45, 47が出力側に接続される。出力部19のリード線45は比較的高電位である。リード線43及び47は、比較的低電位であり、かつ互いに同電位となっている。

また、出力部19の端子構造及び電氣的接続に関しては、リード43, 45, 47を夫々回路基板に接続していた。

第2図に示す圧電トランス51は、ローゼンタイプとよばれ、第1図の圧電トランス素子と共に、良く知られている。第2図に示すように、ローゼンタイプの一例を示す圧電トランス51は圧電セラミックス矩形板53の長さ方向略半分の表裏面に一对の電極55, 57を夫々形成し、これら電極55, 57が形成されていない側の端面に電極59を形成している。この構造の圧電トランス素子51において、一对の電極55, 57に接続されたリード61, 63が入力部65の入力端子となり、電極59に接続されたリード67は、出力部69の出力端子となり、高電位に保持されている。

それでは、本発明の実施例について第3A図、第3B図、及び第3C図乃至第8A及び8B図を参照して説明する。

第3A図、第3B図、及び第3C図を参照すると、本発明の第1の実施例による圧電トランス101は、変形ローゼンタイプの圧電トランスである。

圧電トランス101は、矩形状の内部電極13及び帯状の接続電極25a, 25b, 25cと圧電磁器層103とを交互に積層して積層体15を形成している。この積層体15の長さ方向略半分を入力部17、残りの半分を出力部19としている。圧電磁器層103は、ジルコン酸チタン酸鉛系であり、接続電極25a, 25b, 25cは銀・パラジウムからなり、各外部電極21, 23, 27, 29, 31, 33, 35, 37は、銀又は銀・パラジウムからなる。

入力部17には、圧電磁器層103と交互に重ねられた内部電極13の内の隣

接するものが、互いに逆の側面に引き出され、夫々、積層体15の側面に形成された入力電極21, 23に夫々接続されている。この入力電極21, 23に夫々リード線39, 41が設けられている。

一方、出力部19は、帯状の接続電極13が、積層体15の長さ方向に並び、且つ圧電磁器層103とを交互に積層されて形成されている。この接続電極13の両側は、積層体15の両側面に露出し、両側面に対向して対をなすように形成された出力電極27, 29と、31, 33と、35, 37とに接続されている。夫々の出力電極27, 29と31, 33と、35, 37は、リード線43, 105と107, 45と、47, 109とに夫々接続されている。出力部19の高電圧部の電極は31, 33であり、電極31と33は電氣的に導通が取れている。

また、低電圧部の電極27, 29, 35, 37も上記電極31, 33と同様な構造をとっている。

第4図を参照すると、第3A図に示す圧電トランス101が回路基板111に実装した状態が示されている。第3A図に示す圧電トランス素子101の外部電極21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35の8カ所に、それぞれの所定の長さ処理されたリード線39, 41と、43, 105と、107, 45と、47, 109をはんだ付けする。次に、リード処理された圧電トランス101を、シリコンシートを介してシリコン接着剤等使用することによって、振動の節部で回路基板111（第4図参照）30に接着し、各リード線39, 41と、43, 105と107, 45と、47, 109は指定された回路基板111の8カ所にはんだ付けを行う。尚、第1の実施例においては、リード線を半田付けしたが、フレキシブルプリント配線基板（FPC）を用いても同様に半田接続することができる。

第5図は第4図の圧電トランスを用いたインバータ電源の回路図である。

第5図に示すように、入力側のリード線39, 41は、入力側の回路113に接続され、出力側のリード107, 117は纏められて一つの接続線117を介して出力側の一端部に入力し、出力側のリード線105, 109は短絡され、出力側のリード線43, 47は纏めて一本の接続線119として、出力側の他端部に入力している。

このような構成の本発明の第1の実施例の圧電トランスによれば、変形ローゼンタイプの圧電トランス101の出力部19の電極構造に関して、第3A図、第3B図、及び第3C図に示すように、出力部19の外部電極を両側に設け、かつ出力側12の圧電トランス素子の内部を第3C図のような構造をとり、リード線43と105、107と45、47と109を電氣的に導通をとる構造にすることにより、圧電トランスの振動が長さ方向に左右対称となり、可聴音の音圧レベルを減ずることが出来るとともに、出力側19が高電位側のリード線107、45と、低電位側のリード線43、105と47、109で各二カ所を持つことになり、一カ所電氣的接続に問題が生じてでも電氣的特性が変化しない圧電トランスが得られる。

次に、本発明の第1の実施例による圧電トランス素子の特性を下記表1に示す。下記表1に示すように、変形ローゼンタイプの圧電トランス素子において、可聴音を8dB程低減できることは明らかであり、昇圧比、発熱等の電氣特性の劣化はみられず、かつ信頼性の向上がはかれることが判明した。

表 1

項目	従来品	本発明品
昇圧比	90	91
駆動周波数 (kHz)	64.5	64.5
発熱 (°C)	1.8	1.7
可聴音 (dB)	70	62

第6図に示す本発明の第2の実施例による圧電トランス121は、ローゼンタイプとよばれている。このトランス素子121は、圧電セラミックス矩形板53の長さ方向略半分の表裏面に夫々電極55、57を形成している。一方、各電極55、57が形成されていない側の圧電セラミックス矩形板53の部分の端面に電極59が形成されている。第2図に示す従来の圧電トランス51とは、電極59に、リード線123、125が二本設けられている点で従来技術によるものとは異なっている。

この構造の圧電トランス121において、電極55、57に接続されたリード線61、63が入力部65の入力端子となり、電極59に接続されたリード線123、125は高電位に保持され、入力端子の一方を共通端子として、出力

端子を構成している。

第7図を参照すると、第6図の圧電トランス121は、回路基板111に搭載した状態が示されている。

第6図及び第7図に示すように、ローゼンタイプの圧電トランス121の出力側にリード線123、125を二カ所設けることにより、一カ所の電気接続に問題が生じた場合でも、電気的特性が変化しない圧電トランスを得ることができる。

尚、本発明の第2の実施例においても、従来技術と比較すると電気特性の劣化はみられず、かつ信頼性の向上がはかれることが判明した。

以上、説明したように、本発明の第1及び第2の実施例によれば、圧電トランスの振動に対して対称の構造とし、問題であった可聴音の音圧レベルを低減でき、電気的特性は劣化がみられず、信頼性の向上がはかれる圧電トランスを提供することができる。

また、本発明の第1及び第2の実施例によれば、非常に薄型の圧電インバータが実現出来る圧電トランスを提供することができる。

第8A図及び第8B図を参照すると、本発明の第3の実施例による圧電トランス127は、基板実装構造が異なる他は、第3A図及び第3B図に示した従来技術によるものと同様の構造を有している。即ち、圧電トランス127は、トランス側面の表裏両面に設けられた外部電極75、77、79、81を備えている。尚、各部外電極75、77、79、81には、リード線が半田付けされているが、その記入が省略されている。

従来の圧電トランス71と同様に、圧電トランス駆動のための回路部品を搭載した回路基板10に、圧電トランス127を実装すると、圧電インバータ等の電源となる。

しかし、本発明の第3の実施例においては、従来とは異なり、圧電トランス127を回路基板73に実装するには、圧電トランス127の1/2波長モードの振動の節点83、85から両端に寄った下面側に柔軟な弾性体からなる固定部材129、131が、挿入され、接着された構成となっている。

上記本発明の第3の実施例によるものの具体例として、53/7、7/3、2mmの圧電トランス127を回路基板73に実装後、本発明の第3の実施例によ

るものの特性比較を下記表 2 に示す。

表 2

項 目	従来品	本発明品
消費電流 (mA)	1. 0 5	1. 0 2
発熱 (°C)	3 0	3 2
可聴音 (dB)	5 0	4 9
長さ方向の振動速度 (m/s)	0. 3 6 4	0. 3 5 7
幅方向の振動速度 (m/s)	0. 0 6 3	0. 0 5 8
厚み方向の振動速度 (m/s)	0. 0 2 7	0. 0 2 4

上記表 2 に示すように、従来と比較して、本発明の第 3 の実施例による圧電トランスにおいては、圧電トランスの発熱、消費電流、長さ方向の振動速度の波形に大きな変化はみられず、かつ従来品に比べて幅、厚み方向の振動が軽減されているうえ、可聴音のレベルが減少していることが分かる。

以上、説明したように、本発明の第 3 の実施例では、圧電インバータに使用される圧電トランスと、この圧電トランスを駆動するための回路部品を搭載した回路基板に実装した電源において、トランスの両端から全長の 1/5 までの部分に柔軟な弾性体を、固定部材としてだけではなく支持部材をかねて挿入、接着する実装方法を取ることで、発熱、長さ方向の振動等の特性に変化なく、可聴音と幅、厚み方向の振動を減少させることができるうえに、支持部材をなくすことにより実装の工程数と実装にかかる時間を減少させることができる圧電トランスの実装構造を提供することができる。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明に係る圧電トランス及びその実装構造は、ノート型パソコンやカーナビゲーション等の液晶表示パネルの冷陰極管バックライト用のインバータ回路やアダプタ電源回路、電子複写機に用いる高圧発生回路等に用いる圧電トランスとして有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. 長い板状の圧電磁器を含む圧電トランス本体と、前記圧電トランス本体の長さ方向の略半分の表裏面及び両側面の内の少なくとも一方に形成された一对の第1の電極と、前記トランス本体の長さ方向の残りの略半分の側面及び端面の内の少なくとも一方に設けられた少なくとも一つの第2の電極とを備えた圧電トランスにおいて、前記圧電トランスは、当該圧電トランスを駆動するために電源回路部品を実装した回路基板に搭載されているとともに、前記第2の電極に複数の端子を設けて前記回路基板に夫々接続したことを特徴とする圧電トランス。

2. 請求項1記載の圧電トランスにおいて、前記圧電トランス本体は、内部電極及び圧電磁器層を板厚方向に交互に複数積層してなる積層体及び単一の圧電磁器層の内の一方からなることを特徴とする圧電トランス。

3. 請求項2記載の圧電トランスにおいて、前記圧電トランスと前記回路基板との電気接続に、リード線及びFPCの内の少なくとも一方を用いたことを特徴とする圧電トランス。

4. 請求項3記載の圧電トランスにおいて、前記圧電トランス本体は、前記積層体からなり、前記第1の電極は、前記積層体の側面に設けられ、前記内部電極に接続されており、前記第2の電極は、前記積層体の前記第1の電極とは異なる部分の側面に対向して設けられ互いに同電位となるとともに夫々前記回路基板に接続される少なくとも一对の電極からなることを特徴とする圧電トランス。

5. 請求項4記載の圧電トランスにおいて、前記第2の電極は、複数対長さ方向に並んで形成され、前記第2の電極の内の各対の夫々の電極は、同電位の出力端子に接続され、前記第2の電極の内の互いに隣合う電極は、夫々互いに異なる出力端子として前記回路基板に接続されていることを特徴とする圧電トランス。

6. 請求項5記載の圧電トランスにおいて、インバータ電源を構成することを特徴とする圧電トランス。

7. 請求項3記載の圧電トランスにおいて、前記第2の電極は、前記圧電トランス本体の一端部に設けられた一つの出力電極からなり、前記出力電極に2点の端子を設け、前記2点の端子を前記回路基板に電気接続したことを特徴とする

圧電トランス。

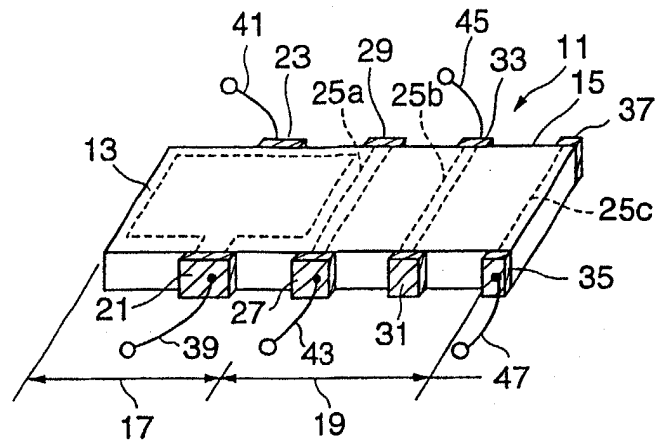
8. 請求項7記載の圧電トランスにおいて、前記第1の電極は、前記圧電トランス本体の表裏をなす対向面の一部に対向した一対の入力電極からなることを特徴とする圧電トランス。

9. 請求項8記載の圧電トランスにおいて、インバータ電源に用いられることを特徴とする圧電トランス。

10.  $1/2$ 波長あるいは1波長の振動モードで駆動され、前記回路基板上に前記圧電トランスを実装するために、前記圧電トランスと前記回路基板との間に介在した柔軟性を備えた弾性体からなる固定部材を備え、前記固定部材によって前記圧電トランスを前記回路基板上に固定され、前記固定部材は、前記トランスの各々の両端から全長の $1/5$ までの部分に点及び線状の内のいずれか一方の形状に設けられていることを特徴とする圧電トランス。

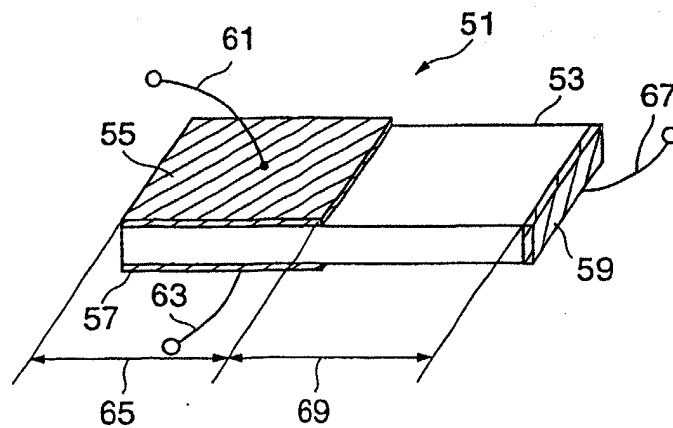
11.  $1/2$ 波長あるいは1波長の振動モードで駆動する圧電トランスを、前記圧電トランスを駆動するための電源回路部品を搭載した回路基板上に、前記圧電トランスを実装するために、前記圧電トランスと前記回路基板との間に柔軟性を備えた弾性体からなる固定部材を介在させて前記圧電トランスを前記回路基板上に固定する圧電トランスの実装方法において、前記圧電トランスの各々の両端から全長の $1/5$ までの部分に前記固定部材を点又は線状に設けて前記圧電トランスを前記回路基板上に実装することを特徴とする圧電トランスの実装構造。

第1図



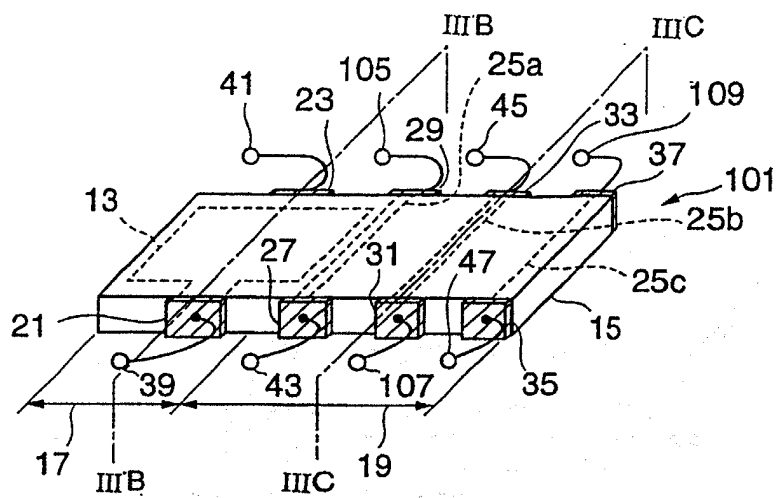
変形ローゼンタイプ

第2図



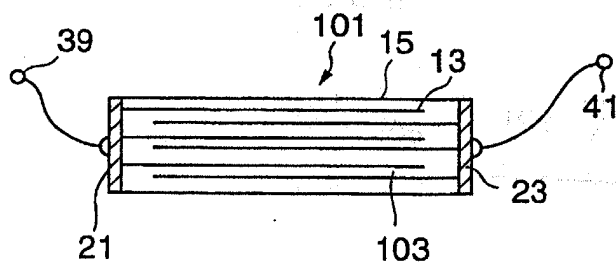
ローゼンタイプ

第3A図



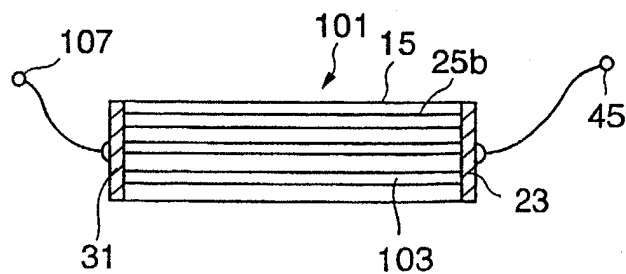
第3B図

III-B-III-B 断面

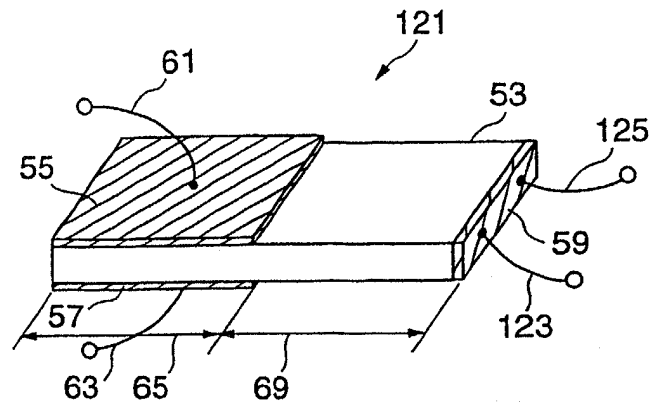


第3C図

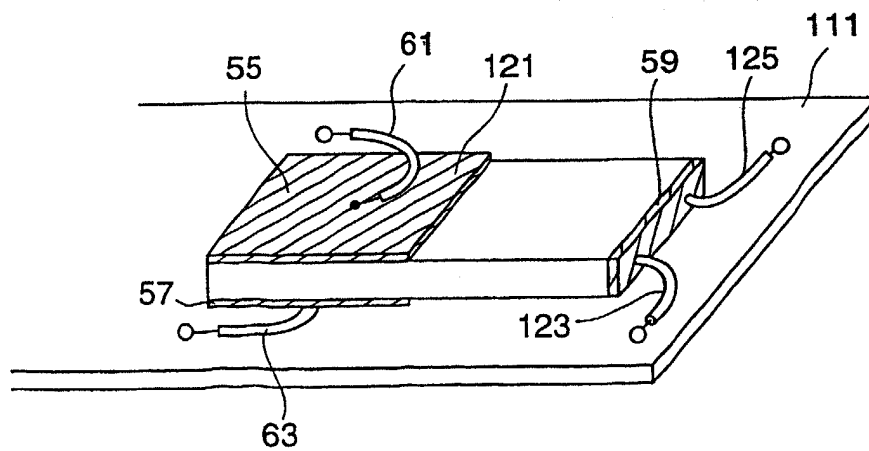
III-C-III-C 断面



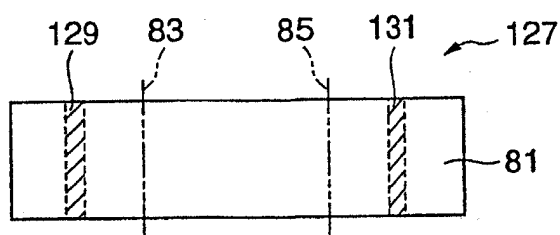
第 6 図



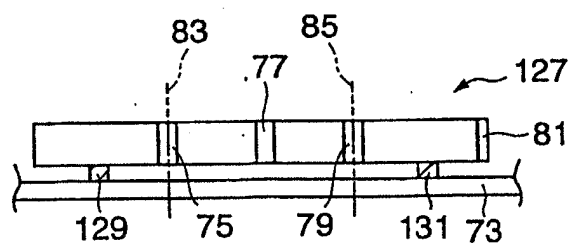
第 7 図



第 8A 図



第 8B 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/02888

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 9-214013, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 August, 1997 (15. 08. 97), Full text ; Figs. 1 to 13 (Family: none)	1-11
A	JP, 10-173250, A (Tokin Corp.), 26 June, 1998 (26. 06. 98), Full text ; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-11
A	JP, 9-107135, A (Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.), 22 April, 1997 (22. 04. 97), Full text ; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-11
A	JP, 9-64432, A (Sony Corp.), 7 March, 1997 (07. 03. 97), Full text ; Figs. 1 to 7 (Family: none)	6, 9, 10, 11

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/02888

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> H01L41/08

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> H01L41/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-1999年  
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年  
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 9-83033, A (ソニー株式会社) 28. 3月. 1997 (28. 03. 97) 全文, 図1-9 全文, 図1-9 全文, 図1-9 (ファミリーなし)	1-3, 7, 8 4, 5 10, 11
Y A	JP, 9-64433, A (ソニー株式会社) 7. 3月. 1997 (07. 03. 97) 全文, 図1-5 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-9 10, 11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 08. 99

国際調査報告の発送日

31.08.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野田 誠

印

4M

8427

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP, 9-298327, A (ソニー株式会社) 18. 11月. 1997 (18. 11. 97) 全文, 図1-11 全文, 図1-11 (ファミリーなし)	1-9 10, 11
A Y	JP, 10-22539, A (株式会社大真空) 23. 1月. 1998 (23. 01. 98) 全文, 図1-5 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-9 10, 11
A	JP, 9-214013, A (松下電器産業株式会社) 15. 8月. 1997 (15. 08. 97) 全文, 図1-13 (ファミリーなし)	1-11
A	JP, 10-173250, A (株式会社トーキン) 26. 6月. 1998 (26. 06. 98) 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	1-11
A	JP, 9-107135, A (三井石油化学工業株式会社) 22. 4月. 1997 (22. 04. 97) 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	1-11
A	JP, 9-64432, A (ソニー株式会社) 7. 3月. 1997 (07. 03. 97) 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	6, 9, 10, 11

## INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(51) International Patent Classification<sup>6</sup>:

H01L 41/107

A1

(11) International Publication Number:

WO 97/43791

(43) International Publication Date: 20 November 1997 (20.11.97)

(21) International Application Number: PCT/JP97/01638

(22) International Filing Date: 15 May 1997 (15.05.97)

## (30) Priority Data:

8/119945	15 May 1996 (15.05.96)	JP
8/155825	17 June 1996 (17.06.96)	JP
8/155827	17 June 1996 (17.06.96)	JP
8/161722	21 June 1996 (21.06.96)	JP
8/163426	24 June 1996 (24.06.96)	JP

(71) Applicant (for all designated States except US): TOKIN CORPORATION [JP/JP]; 7-1, Koriyama 6-chome, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi 982 (JP).

## (72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): KUMASAKA, Katsunori [JP/JP]; Tokin Corporation, 7-1, Koriyama 6-chome, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi 982 (JP). KATSUNO, Masafumi [JP/JP]; Tokin Corporation, 7-1, Koriyama 6-chome, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi 982 (JP). OKAMOTO, Koichi [JP/JP]; Tokin Corporation, 7-1, Koriyama 6-chome, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi 982 (JP). FUDA, Yoshiaki [JP/JP]; Tokin Corporation, 7-1, Koriyama 6-chome, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi 982 (JP).

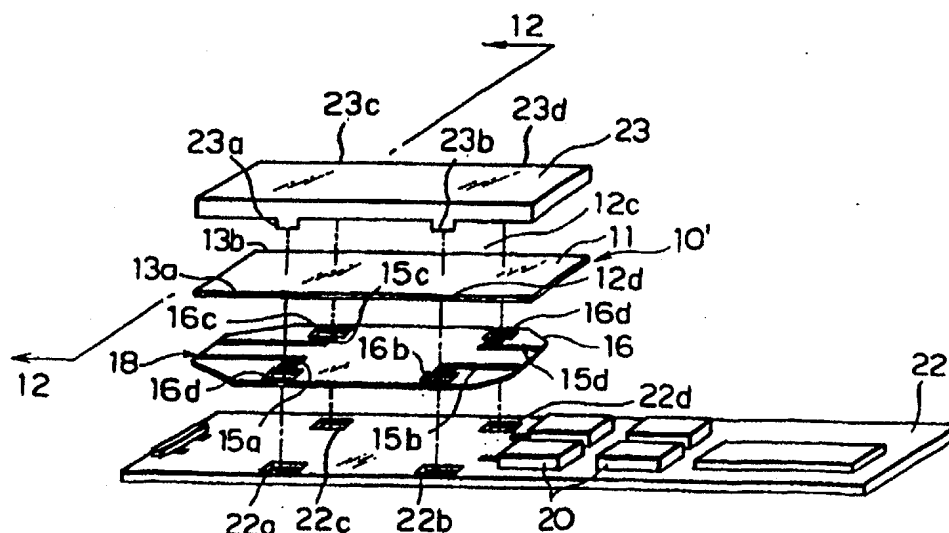
(74) Agents: GOTO, Yosuke et al.; The Third Mori Building, 4-10, Nishishinbashi 1-chome, Minato-ku, Tokyo 105 (JP).

(81) Designated States: CN, KR, US, European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

## Published

With international search report.

(54) Title: PIEZOELECTRIC TRANSFORMER



## (57) Abstract

A piezoelectric transformer has input and output terminal electrodes (12c, 12d, 13c, 13d) exposed on a bottom surface thereof. The terminal electrodes are mechanically and electrically connected to connection portions (15a-15d) of a flexible printed circuit (18) for connecting with an external circuit. The transformer is held between a base element (21b, 22) and a cover (21a, 23, 25) coupled to each other. The base element may be a circuit board on which the transformer should be mounted.

**FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY**

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CM	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakstan	RO	Romania		
CU	Cuba	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
CZ	Czech Republic	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Germany	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
DK	Denmark	LR	Liberia	SG	Singapore		
EE	Estonia						

# PATENT COOPERATION TREATY



PCT

## NOTIFICATION OF RECEIPT OF RECORD COPY

(PCT Rule 24.2(a))



From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

GOTO, Yosuke  
The Third Mori Building  
4-10, Nishishinbashi 1-chome  
Minato-ku  
Tokyo 105-0003  
JAPON

<b>Date of mailing (day/month/year)</b> 05 July 1999 (05.07.99)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
<b>Applicant's or agent's file reference</b> T-8846	<b>International application No.</b> PCT/JP99/02888

The applicant is hereby notified that the International Bureau has received the record copy of the international application as detailed below.

Name(s) of the applicant(s) and State(s) for which they are applicants:

**TOKIN CORPORATION (for all designated States except US)**  
**KUMASAKA, Katsunori et al (for US)**

International filing date	:	31 May 1999 (31.05.99)
Priority date(s) claimed	:	29 May 1998 (29.05.98)
		12 March 1999 (12.03.99)

Date of receipt of the record copy by the International Bureau	:	14 June 1999 (14.06.99)
--	---	-------------------------

List of designated Offices :

**EP : AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE**  
**National : CA, CN, KR, US**

### ATTENTION

The applicant should carefully check the data appearing in this Notification. In case of any discrepancy between these data and the indications in the international application, the applicant should immediately inform the International Bureau.

In addition, the applicant's attention is drawn to the information contained in the Annex, relating to:

- ☒ time limits for entry into the national phase
- ☒ confirmation of precautionary designations
- ☒ requirements regarding priority documents

A copy of this Notification is being sent to the receiving Office and to the International Searching Authority.

<b>The International Bureau of WIPO</b> 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	<b>Authorized officer:</b>  M. Sakai  Telephone No. (41-22) 338.83.38
---	---

## INFORMATION ON TIME LIMITS FOR ENTERING THE NATIONAL PHASE

The applicant is reminded that the "national phase" must be entered before each of the designated Offices indicated in the Notification of Receipt of Record Copy (Form PCT/IB/301) by paying national fees and furnishing translations, as prescribed by the applicable national laws.

The time limit for performing these procedural acts is **20 MONTHS** from the priority date or, for those designated States which the applicant elects in a demand for international preliminary examination or in a later election, **30 MONTHS** from the priority date, provided that the election is made before the expiration of 19 months from the priority date. Some designated (or elected) Offices have fixed time limits which expire even later than 20 or 30 months from the priority date. In other Offices an extension of time or grace period, in some cases upon payment of an additional fee, is available.

In addition to these procedural acts, the applicant may also have to comply with other special requirements applicable in certain Offices. **It is the applicant's responsibility** to ensure that the necessary steps to enter the national phase are taken in a timely fashion. Most designated Offices do not issue reminders to applicants in connection with the entry into the national phase.

**For detailed information about the procedural acts to be performed to enter the national phase before each designated Office, the applicable time limits and possible extensions of time or grace periods, and any other requirements, see the relevant Chapters of Volume II of the PCT Applicant's Guide. Information about the requirements for filing a demand for international preliminary examination is set out in Chapter IX of Volume I of the PCT Applicant's Guide.**

GR and ES became bound by PCT Chapter II on 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, and may, therefore, be elected in a demand or a later election filed on or after 7 September 1996 and 6 September 1997, respectively, regardless of the filing date of the international application. (See second paragraph above.)

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

## CONFIRMATION OF PRECAUTIONARY DESIGNATIONS

This notification lists only specific designations made under Rule 4.9(a) in the request. It is important to check that these designations are correct. Errors in designations can be corrected where precautionary designations have been made under Rule 4.9(b). The applicant is hereby reminded that any precautionary designations may be confirmed according to Rule 4.9(c) before the expiration of 15 months from the priority date. If it is not confirmed, it will automatically be regarded as withdrawn by the applicant. There will be no reminder and no invitation. Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying the designated State concerned (with an indication of the kind of protection or treatment desired) and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.

## REQUIREMENTS REGARDING PRIORITY DOCUMENTS

For applicants who have not yet complied with the requirements regarding priority documents, the following is recalled.

Where the priority of an earlier national, regional or international application is claimed, the applicant must submit a copy of the said earlier application, certified by the authority with which it was filed ("the priority document") to the receiving Office (which will transmit it to the International Bureau) or directly to the International Bureau, before the expiration of 16 months from the priority date, provided that any such priority document may still be submitted to the International Bureau before that date of international publication of the international application, in which case that document will be considered to have been received by the International Bureau on the last day of the 16-month time limit (Rule 17.1(a)).

Where the priority document is issued by the receiving Office, the applicant may, instead of submitting the priority document, request the receiving Office to prepare and transmit the priority document to the International Bureau. Such request must be made before the expiration of the 16-month time limit and may be subjected by the receiving Office to the payment of a fee (Rule 17.1(b)).

If the priority document concerned is not submitted to the International Bureau or if the request to the receiving Office to prepare and transmit the priority document has not been made (and the corresponding fee, if any, paid) within the applicable time limit indicated under the preceding paragraphs, any designated State may disregard the priority claim, provided that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

Where several priorities are claimed, the priority date to be considered for the purposes of computing the 16-month time limit is the filing date of the earliest application whose priority is claimed.



## PATENT COOPERATION TREATY

WO 99/63603  
PCT/JP99/02888

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

GOTO, Yosuke  
The Third Mori Building  
4-10, Nishishinbashi 1-chome  
Minato-ku  
Tokyo 105-0003  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 09 December 1999 (09.12.99)		IMPORTANT NOTICE	
Applicant's or agent's file reference T-8846			
International application No. PCT/JP99/02888	International filing date (day/month/year) 31 May 1999 (31.05.99)	Priority date (day/month/year) 29 May 1998 (29.05.98)	
Applicant TOKIN CORPORATION et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:  
CN,EP,KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:  
CA

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on  
09 December 1999 (09.12.99) under No. WO 99/63603

**REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)**

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

**REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))**

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer J. Zahra Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

PCT

US

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)

[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 T-8846	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/02888	国際出願日 (日.月.年) 31.05.99	優先日 (日.月.年) 29.05.98
出願人(氏名又は名称) 株式会社トーキン		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

#### 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 3A 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> H01L41/08

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>8</sup> H01L41/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-1999年  
 日本国登録実用新案公報 1994-1999年  
 日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 9-83033, A (ソニー株式会社) 28. 3月. 1997 (28. 03. 97) 全文, 図1-9 全文, 図1-9 全文, 図1-9 (ファミリーなし)	1-3, 7, 8 4, 5 10, 11
Y A	JP, 9-64433, A (ソニー株式会社) 7. 3月. 1997 (07. 03. 97) 全文, 図1-5 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-9 10, 11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24. 08. 99

国際調査報告の発送日

31.08.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小野田 誠

4M

8427

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

## C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	J P, 9-298327, A (ソニー株式会社) 18. 11月. 1997 (18. 11. 97) 全文, 図1-11 全文, 図1-11 (ファミリーなし)	1-9 10, 11
A Y	J P, 10-22539, A (株式会社大真空) 23. 1月. 1998 (23. 01. 98) 全文, 図1-5 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-9 10, 11
A	J P, 9-214013, A (松下電器産業株式会社) 15. 8月. 1997 (15. 08. 97) 全文, 図1-13 (ファミリーなし)	1-11 -
A	J P, 10-173250, A (株式会社トーキン) 26. 6月. 1998 (26. 06. 98) 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	1-11 -
A	J P, 9-107135, A (三井石油化学工業株式会社) 22. 4月. 1997 (22. 04. 97) 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	1-11
A	J P, 9-64432, A (ソニー株式会社) 7. 3月. 1997 (07. 03. 97) 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	6, 9, 10, 11

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

T-8846

原本（出願用） - 印刷日時 1999年05月31日（31.05.1999）月曜日 14時05分40秒

0	受理官庁記入欄	
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	
0-3	(受付印)	
0-4	この特許協力条約に基づく 国際出願願書(様式 - PCT/RO/101)は、 0-4-1 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.83 (updated 01.03.1999)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許 協力条約に従って処理されるこ とを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受 理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	T-8846
I	発明の名称	圧電トランス
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人で ある。	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
II-4ja	名称	株式会社 トーキン
II-4en	Name	TOKIN CORPORATION
II-5ja	あて名:	982-8510 日本国 宮城県 仙台市太白区 郡山六丁目7番1号
II-5en	Address:	7-1, Koriyama 6-chome, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi 982-8510 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-1	その他の出願人又は発明者	
III-1-1	この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-1-2	右の指定国についての出願人で ある。	米国のみ (US only)
III-1-4ja	氏名 (姓名)	熊坂 克典
III-1-4en	Name (LAST, First)	KUMASAKA, Katsunori
III-1-5ja	あて名:	982-8510 日本国 宮城県 仙台市太白区 郡山六丁目7番1号 株式会社 トーキン内
III-1-5en	Address:	c/o TOKIN CORPORATION 7-1, Koriyama 6-chome, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi 982-8510 Japan
III-1-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-1-7	住所 (国名)	日本国 JP

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 1999年05月31日（31.05.1999）月曜日 14時05分40秒

III-2 III-2-1	その他の出願人又は発明者 この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor) 米国のみ (US only)
III-2-2 III-2-4ja III-2-4en III-2-5ja	右の指定国についての出願人である。 氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名:	山口 将央 YAMAGUCHI, Masao 982-8510 日本国 宮城県 仙台市太白区 郡山六丁目7番1号 株式会社 トーキン内 c/o TOKIN CORPORATION 7-1, Koriyama 6-chome, Taihaku-ku, Sendai-shi, Miyagi 982-8510 Japan
III-2-5en	Address:	日本国 JP 日本国 JP
III-2-6 III-2-7	国籍 (国名) 住所 (国名)	
IV-1 IV-1-1ja IV-1-1en IV-1-2ja	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において右記のごとく出願人のために行動する。 氏名(姓名) Name (LAST, First) あて名:	代理人 (agent)  後藤 洋介 GOTO, Yosuke 105-0003 日本国 東京都 港区 西新橋1丁目4番10号 第三森ビル The Third Mori Building, 4-10, Nishishinbashi 1-chome, Minato-ku, Tokyo 105-0003 Japan
IV-1-2en	Address:	03-3591-1507 03-3503-0250 g-i_pat@mx.b.mesh.ne.jp
IV-1-3 IV-1-4 IV-1-5	電話番号 ファクシミリ番号 電子メール	
IV-2 IV-2-1ja IV-2-1en	その他の代理人  氏名 Name(s)	筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with same address as first named agent) 池田 憲保; 山本 格介 IKEDA, Noriyasu; YAMAMOTO, Kakusuke
V V-1	国の指定 広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	EP: AT BE CH&LI CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	CA CN KR US

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 1999年05月31日 (31.05.1999) 月曜日 14時05分40秒

V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。		
V-6	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)	
VI-1	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-1-1	先の出願日	1998年05月29日 (29.05.1998)	
VI-1-2	先の出願番号	平成10年特許願第149660号	
VI-1-3	国名	日本国 JP	
VI-2	先の国内出願に基づく優先権主張		
VI-2-1	先の出願日	1999年03月12日 (12.03.1999)	
VI-2-2	先の出願番号	平成11年特許願第067217号	
VI-2-3	国名	日本国 JP	
VI-3	優先権証明書送付の請求 上記の先の出願のうち、右記の番号のものについては、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁に対して請求している。	VI-1, VI-2	
VII-1	特定された国際調査機関 (ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
VIII-1	願書	4	-
VIII-2	明細書	9	-
VIII-3	請求の範囲	2	-
VIII-4	要約	1	t-8846.txt
VIII-5	図面	5	-
VIII-7	合計	21	
VIII-8	添付書類	添付	添付された電子データ
VIII-16	手数料計算用紙	✓	-
VIII-17	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
VIII-17	その他	優先権書類送付請求書	-
VIII-17	その他	納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	-
VIII-17	その他	国際事務局の口座への振込を証明する書面	-
VIII-18	要約書とともに提示する図の番号	3A	
VIII-19	国際出願の使用言語名:	日本語 (Japanese)	

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 1999年05月31日（31.05.1999）月曜日 14時05分40秒

IX-1	提出者の記名押印	
IX-1-1	氏名(姓名)	後藤 洋介

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	
10-2	図面：	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であってその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

## 国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

## DESCRIPTION

## PIEZOELECTRIC TRANSFORMER

## Technical Field

The present invention relates to a piezoelectric transformer.

## Background Art

As is known in the art, the piezoelectric transformer uses a piezoelectric vibrator. The piezoelectric vibrator has at least one pair of drive electrodes formed on and/or in a piezoelectric-ceramic plate. When an AC voltage is applied to the pair of drive electrodes, the plate vibrates due to the piezoelectric effect with a resonant mode such as a single wavelength resonant mode. When the plate is vibrating, variation of voltage potential is generated at any position of the plate. The variable voltage potential can be taken out from an output electrode formed on the position. A pair of output electrodes can be formed at different positions on the plate. Thus, the AC voltage applied to the drive electrodes as primary electrodes is transformed and is obtained at the output electrodes as secondary electrodes.

Since it is important for the piezoelectric transformer that the piezoelectric plate vibrates, it is a serious problem to support the transformer without suppression of the vibration. A waveform of the vibration has vibration nodes and antinodes. Therefore, the transformer is supported at positions corresponding to the vibration nodes.

On the other hand, leads are required to apply the input voltage to the primary electrodes and take out the transformed voltage from the secondary electrodes. Usually, lead wires are connected to the primary electrodes and the secondary electrodes. However, the lead connection points are not always at positions corresponding to the vibration nodes. The lead wires should be free without tension so as to interfere the vibration of the piezoelectric plate. The lead wires are troublesome for assembling, maintenance and other deal of an electrical circuit device, especially, a small-sized device.

Further, the primary and secondary electrodes are formed on different surfaces of the piezoelectric plate. Therefore, mounting and wiring operation of the transformer on a circuit board is complex. This results in large space for mounting the transformer on the circuit board and also in a high cost and large size of the circuit device.

Therefore, it is an object of the present invention to provide the piezoelectric transformer which has a simple structure of connection with an external circuit and is small sized.

#### Disclosure of Invention

The present invention provides a small-sized piezoelectric transformer with a connection lead structure mounted on one surface of the piezoelectric plate. The connection lead structure is for connecting the transformer with an external circuit with simple operation.

According to the present invention, there is provided a piezoelectric transformer comprising a transformer element and a connection lead structure coupled to the transformer element for connecting the transformer element with an external circuit. The transformer element comprises:

- a rectangular plate made of a piezoelectric ceramic and having a first surface and side surfaces;

- at least one pair of primary electrodes provided to the rectangular plate for receiving a driving voltage as a primary voltage to drive vibration of the rectangular plate by the piezoelectric effect;

- input terminal electrodes formed on the rectangular plate partially exposed on the first surface

and connected to pair of electrodes, respectively; and  
at least one secondary electrode formed at a region of the rectangular plate where a voltage potential is generated by the vibration of the rectangular plate due to the piezoelectric effect, the secondary electrode having an output terminal electrode portion extending to expose on the first surface of the rectangular plate.

The connection lead structure comprises:  
a flexible flat sheet of insulator material; and  
a plurality of conductor strips formed in the flat sheet and having connection portions partially exposed out of the flat sheet, the input and output terminal electrodes being mechanically and electrically connected to a corresponding one of the connection portions in the condition that the transformer element stands on the flat sheet with the first surface of the rectangular plate overlying the flat sheet.

Other aspects, developments and modifications are described in the following description and appended claims.

#### Brief Description of Drawings

Fig. 1 is a perspective view of an example of a known piezoelectric transformer;

Fig. 2 is a perspective view of another example of a known piezoelectric transformer;

Fig. 3 is a perspective view of another example of a known piezoelectric transformer;

Fig. 4 is a diagrammatical view illustrating vibration of a piezoelectric plate;

Fig. 5 is an exploded view of a piezoelectric transformer according to one embodiment of the present invention;

Fig. 6 is a sectional view taken along a line 6-6 in Fig. 5;

Fig. 7 is an exploded view of a piezoelectric transformer according to another embodiment of the present invention;

Fig. 8 is a sectional view taken along a line 8-8 in Fig. 7;

Fig. 9 is an exploded view of a piezoelectric transformer according to another embodiment of the present invention;

Fig. 10 is an exploded view of a piezoelectric transformer according to another embodiment of the present invention;

Fig. 11 is an exploded view of a piezoelectric transformer according to another embodiment of the present invention;

Fig. 12 is a sectional view taken along a line 12-12 in Fig. 11;

Figs. 13 through 15 are exploded views of piezoelectric transformers according to different embodiments of the present invention;

Fig. 16 is an exploded view of a piezoelectric transformer according to another embodiment of the present invention;

Fig. 17 is a sectional view taken along a line 17-17 in Fig. 16;

Fig. 18 is an exploded view of a piezoelectric transformer according to another embodiment of the present invention;

Fig. 19 is a sectional view taken along a line 19-19 in Fig. 18;

Fig. 20 is an exploded view of a piezoelectric transformer according to another embodiment of the present invention;

Fig. 21 is a sectional view taken along a line 21-21 in Fig. 20;

Fig. 22 is an exploded view of a piezoelectric transformer according to another embodiment of the present invention;

Fig. 23 is a sectional view taken along a line 23-23 in Fig. 22; and

Figs. 24-26 are exploded views of piezoelectric transformers according to different embodiments of the present invention.

### Best Mode for Embodiment the Invention

Prior to description of best mode for carrying out the present invention, the prior art will be described with reference to Figs. 1 through 4 so as to facilitate the better understanding of the present invention.

Referring to Fig. 1, a known piezoelectric transformer shown therein comprises a rectangular plate 11 of a piezoelectric-ceramic material, a pair of primary electrodes 12a and 12b, and a secondary electrode 13 formed on an end surface of the plate 11.

As the piezoelectric-ceramic materials used in the piezoelectric transformer, there are known ceramics of  $\text{Pb}(\text{FeNb})\text{ZrTiO}_3$  type,  $\text{Pb}(\text{MnSb})\text{ZrTiO}_3$  type,  $\text{Pb}(\text{MnNb})\text{ZrTiO}_3$  type,  $\text{Pb}(\text{FeSb})\text{ZrTiO}_3$  type, and the like.

The primary electrodes 12a and 12b are formed on the opposite surfaces of a right half portion (as viewed in the figure) of the plate 11. The half portion of the plate 11 is polarized in the thickness direction as shown by an arrow.

The piezoelectric-ceramic rectangular plate 11 with the primary electrodes 12a and 12b is known as a piezoelectric vibrating element. In detail, when an AC voltage is applied across the pair of primary electrodes 12a and 12b, the plate 11 vibrates with a wavelength equal to the length L of the plate 11 as shown in Fig. 4

where two waveforms A and B are shown as displacement distribution and a strain distribution of the plate, respectively. Vibration nodes and antinodes are alternately present at intervals of  $L/4$ . The primary electrodes 12a and 12b are rather referred to as drive electrodes in the vibrating element.

Returning to Fig. 1, the other half portion of the plate 11 is polarized in the lengthwise direction as shown by another arrow. When the piezoelectric-ceramic plate 11 vibrates, an AC voltage is resulted from the secondary electrode 13. Thus, when an AC voltage is applied to the primary electrodes 12a and 12b, a secondary output voltage is obtained from the secondary electrode 13. One of the primary electrodes 12a and 12b, for example, electrode 12b is used in common for the secondary side, that is, the secondary output is obtained across the primary electrode 12b and secondary electrode 13.

In order to apply the primary voltage to the primary electrodes 12a and 12b, input lead wires 53a and 52b are connected to the primary electrodes 12a and 12b at a vibration node, respectively, by soldering method. On the other hand, an output lead wire 53 is also connected to the secondary electrode 13 by soldering method.

There are also known other structures for connecting input leads and output lead to the primary electrodes 12a and 12b and the secondary electrode 13, respectively, as shown in Figs. 2 and 3.

Referring to Fig. 2, elastic conductor ribbons 54a and 54b and 55 are used in place of wires and are connected to the primary electrodes 12a and 12b and secondary electrode 13 by soldering method or pressure welding method.

Referring to Fig. 3, a flexible flat cable 61 is used in place of the lead wires and elastic conductor ribbons. The flexible flat cable 61 comprises conductor strips 61a and 61b deposited or formed on a flexible plastic sheet 63. End portions of conductor strips 61a and 61b are led out from the flexible plastic sheet 61 and are connected to the primary electrodes 12a and 12b and secondary electrode 13 by soldering method or pressure welding.

The piezoelectric transformer is formed small in size, especially, in thickness. Therefore, it is useful in an electronic circuit device which is integrated in a small size. However, the known structures are complex in connection of electrodes with leads and have disadvantages as described in the preamble.

Now, best mode for carrying out the present invention will be described with reference to embodiments

shown in Figs. 5 through 26.

Referring to Figs. 5 and 6, there is shown a piezoelectric transformer according to an embodiment of the present invention which comprises a transformer element 10 and a connection lead structure 18. The transformer element 10 has a structure which is similar to one as shown in Fig. 1 but has several differences. The similar portions are represented by the same reference symbols as in Fig. 1. With respect to the differences, a plurality of pairs of primary electrodes 12a and 12b are formed in the half portion of the piezoelectric-ceramic plate 11 as shown in Fig. 6. A pair of input terminal electrodes 12c and 12d are formed on opposite side surfaces of the half portion of the plate 11. One 12c of the input terminal electrodes are connected to the one electrodes 12a of paired primary electrodes, while the other 12d of the input terminal electrodes is connected to the other ones 12b of the paired primary electrodes. Further, an additional secondary electrode 13b is formed on the surface at the middle portion of the plate 11 in addition to the secondary electrode 13a formed on the end surface of the plate 11. This means that the output voltage can be obtained across the secondary electrodes 13a and 13b without one of the primary electrodes being used in common for the secondary side. The secondary electrodes

13a and 13b extend onto the side surfaces of the plate to form small side electrodes as output terminal electrodes 13c and 13d.

The transformer element 10 is provided with the connection lead structure 18 which comprises a plurality of conductor strips 15 insulated by and covered with a flexible plastic sheet 16. The conductor strips 15 has connection pads 15a-15d exposed out of the plastic sheet for electrical and mechanical connection with the input and output terminal electrodes 12c and 12d and 13c and 13d, respectively, by soldering method, when the transformer element is mounted on the connection lead structure 18. The connection lead structure 18 can be formed in a manner similar to a so-called flexible printed circuit (FPC) or a so-called flexible flat cable (FFC).

The connection lead structure 18 is also provided with terminal pads (as shown at black circles at right end of the structure 18 in the figure) of conductor strips 15 which can be easily connected with an external circuit.

In use of the transformer with the connection lead structure, operation for mounting on a circuit board and connecting thereto or other circuit elements is readily carried out without troublesome of treatment of lead wires.

In an example, a transformer was formed by forming a plurality of rectangular green sheets of piezoelectric ceramic, printing primary electrode patterns of Ad/Pd on the green sheets, stacking and sintering the green sheets to form a hard rectangular ceramic plate 11 with the primary electrodes 12a and 12b. Thereafter, the input terminal electrodes 12c and 12d, the secondary electrodes 13a and 13b with output terminal electrodes 13c and 13d are formed on the plate 11 by firing Ag paste. Then, an FPC was connected to the transformer as the connection lead structure 18 to form a sample of transformer with the connection lead structure. An input voltage of 20V was applied to the sample transformer through the FPC 18, and the output voltage and current and the temperature of the sample transformer were measured. The measured data are demonstrated in Table 1 together with the data measured relating to a transformer with lead wires shown in Fig. 1.

Table 1

	Lead Wire	FPC
Output Voltage (V)	1380	1367
Output Current (mA)	5	5
Temperature (°C)	31	33

It is noted from Table 1 that the sample transformer with FPC according to the embodiment has properties similar to the known transformer of the lead

wire type.

Further, the sample transformer was subjected to an aging test by use of the same input voltage. The output voltage and current and the temperature of the sample transformer were measured at start, after 500 hours, and 1,000 hours. The measured data are shown in Table 2.

Table 2

Aging Time (Hr)	0	500	1000
Output Voltage (V)	1367	1372	1350
Output Current (mA)	5	5.1	5.0
Temperature (°C )	33	34	32

It is confirmed from Table 2 that the sample transformer of the present invention does not degrade in its performances after use of 1000 hours and that the transformer with the FPC is therefore useful in actual application.

Referring to Figs. 7 and 8, the transformer is similar to one of Figs. 5 and 6 except a modification where input terminal electrodes 12c and 12d and output terminal electrodes 13c and 13d are extended from the side surfaces to the bottom surface (as viewed in the figure) of the plate 11 to form extended portions 12e, 12f, 13e, and 13f, respectively, on the bottom surface. As a result, the terminal electrodes can readily and reliably be connected to the pads 15a-15d on the

connection lead structure 18 such as the FPC, as exemplarily shown relating to input terminals 12c-12e and 12d-12f and pads 15a and 15b in Fig. 6.

The extended portions 13e and 13f of output terminal electrodes 13d and 13c can be formed to laterally extend on the bottom surface over the width of the plate 11 as shown by dotted lines in Fig. 7.

Referring to Fig. 9, the transformer with the connection lead structure is similar to that in Fig. 6 but has a modification where one 12d-12f of the input terminal electrodes and one 13d-13e of output terminal electrodes are connected to a common conductive strip 15 on the connection lead structure 18. Therefore, the common conductor strip has two pads exposed out of the plastic sheet 16. In this embodiment, one of the primary electrodes 12a and 12b and the secondary electrodes 13a and 13b are connected to an equal electric potential or grounded.

Referring to Fig. 10, an insulating envelope or case is provided to the transformer with the connection lead structure of Figs. 5 and 6. The case is made of, for example, polycarbonate resin, and comprises an upper cover case 21a and a base case 21b with an open top. The base case 21b is formed with a side slit 21c in one end wall. Through the side slit 21c, the connection lead structure 18 is partially inserted in the base case 21b

so as to the pads 15a-15d are in the base case 21c. The transformer element 10 is inserted into the base case 21b through the open end and the input and output terminal electrodes 12c, 12d, 13d and 13c are electrically and mechanically connected to the pads 15a-15d on the connection lead structure 18 by the soldering method, as described in connection with Figs. 5 and 6. The upper cover case 21a is covered on the transformer element 10 and coupled to the base case 21b. Thus, the transformer element 10 and connection portions of the element 10 with connection lead structure 18 are insulated. The upper cover case 21a is provided with rims or projections 21d on its inner surface which come into press contact with the transformer elements 10 at its vibration nodes to stationary hold the transformer element 10 in the case 21a-21b.

Referring to Figs. 11 and 12, there is shown an piezoelectric transformer device with a connection lead structure according to another embodiment of the present invention. The embodiment is similar to the embodiment shown in Fig. 10 except several differences. The similar parts are shown by the same reference symbols and description thereto are omitted.

In the embodiment, the transformer element 10' is different from the element 10 in Fig. 10 in that the secondary electrodes 13a and 13b are formed on opposite

side surfaces of the rectangular plate 11. The transformer is based on the so called  $K_{31}$  vibration mode. The secondary electrodes 13a and 13b extend to the bottom edges (in the figure) of the side surfaces and are exposed in the plane of the bottom surface of the rectangular plate 11 to form the output terminal electrode portions, which are mechanically and electrically connected to the connection portions or pads 15a-15d of the conductor strips 15 of the FPC 18.

An upper cover case 23 is resin-molded with four projections 23a-23d projecting downwardly to be coupled to the FPC 18 and a circuit board 22 as a base element.

The FPC 18 has four through-holes 16a-16d in the vicinity of the pads 15a-15d through which the coupling projections 23a-23d pass.

The circuit board 22 also has four coupling holes 22a-22d to which the corresponding coupling projections 23a-23d are fitted and fixed. Thus, the cover case 23 and the circuit board 22 form an envelope of the transformer element 10 and FPC 18. It is preferable to use any adhering agent to fix the coupling projections to the circuit board at the coupling holes.

The circuit board 22 has a wiring pattern to which the conductor strips 15 are connected. Thus, the transformer is readily mounted on and connected to the circuit board 22.

In the shown embodiment, the circuit board has circuit elements 20 thereon to form a circuit device such as an inverter power supply including the transformer.

A sample of transformer of this embodiment was produced with a size of 40 x 6 x 1.5 (mm) of the plate 11 and five pairs of internal primary electrodes in the similar manner as the embodiment is Fig. 5. The sample was subjected to similar tests for measuring performances. The measured data are shown in Table 3 and Table 4.

Table 3

	Lead Wire	FPC
Output Voltage (V)	1410	1407
Output Current (mA)	6	6
Temperature (°C)	33	33

Table 4

Aging Time (Hr)	0	500	1000
Output Voltage (V)	1409	1420	1415
Output Current (mA)	6	6.1	6.1
Temperature (°C)	33	34	34

The transformer of this embodiment can also maintain its performance for a long time without degradation.

Referring to Fig. 13, the transformer of the another embodiment shown therein is similar to that shown in Figs. 11 and 12. An upper cover case 25 is resin

molded and four metallic pins 25a-25c are fixed to the cover case 25 to form the coupling projections.

The through-holes 16a-16d are formed through the connection pads of the FPC 18 so that the metallic land portions 19 remain around the through-holes. The metallic pins 25a-25d are electrically connected to the conductor strips of the FPC 18 through the land portions 19. Thus, the metallic coupling projections 25a-25d can be fixed to the FPC by the soldering method.

The metallic pins 25a-25d may be formed at positions to enable to come into contact with the input and output terminal electrodes 12c, 12d, 13a and 13b, respectively. In the case, connection of the conductor strips 15 with the input and output terminal electrodes 12c, 12d, 13a and 13b is enhanced by the metallic pins 25a-25d.

The embodiment of Fig. 14 is also similar to that shown in Fig. 13. In the embodiment, the circuit board 22 is also provided with metallic land portions 19 around the coupling holes 22a-22d. Thus, the coupling projections 25a-25d can also fixed to the land portions by the soldering method.

The embodiment of Fig. 15 is a modification of that of Fig. 14. The wiring pattern 26 on the circuit board 22 is formed to continue to the land portions 19 thereon. Therefore, the connection pads on the FPC 18

can be connected to the wiring pattern on the circuit board 22 through the metallic coupling pins 25a-25d. Therefore, the conductors 15 of the FPC 18 are unnecessary to be extended to its edge.

Another embodiment shown in Figs. 16 and 17 is also a modification of that of Fig. 15. In the modification, the input and the output terminal electrodes 13d and 13e are provided on the bottom surface of the rectangular plate 11. This enhances the connection of the input and output terminals with the connection pads like the embodiment shown in Figs. 7 and 8.

Referring to Figs. 18 and 19, the embodiment shown therein is similar to that of Figs. 11 and 12. The FPC 18 has an opening 18' in the region other than regions corresponding to the vibration nodes and insulating said conductor strips 15. This enhances heat dissipation.

A sample of transformer of this embodiment was produced with a size of 40 x 6 x 1.5(mm) of the plate 11 and five pairs of internal primary electrodes in the similar manner as the embodiment in Fig. 5. The sample was subjected to similar tests for measuring performances. The measured data are shown in Table 5 and Table 6.

Table 5

	Lead Wire	FPC
Output Voltage (V)	1410	1410
Output Current (mA)	6	6
Temperature (°C )	33	33

Table 6

Aging Time (Hr)	0	500	1000
Output Voltage (V)	1401	1404	1398
Output Current (mA)	6	6.1	6.0
Temperature (°C )	33	34	33

It will be understood that the heat dissipation is improved comparing with the embodiment of Figs. 11 and 12.

Referring to Figs. 20 and 21, a modification of the embodiment of Figs. 18 and 19 is shown. The FPC 18 has an enlarged opening 18' in comparison with that in Figs. 18 and 19. The conductor strips 15 are formed in zigzag forms and openings are further formed adjacent conductor strips as shown in the figure.

The embodiment of Figs. 22 and 23 is a modification of Fig. 15. The FPC 18 is also provided with an opening 18' in the similar manner as in the embodiment of Figs. 20 and 21.

In the embodiment, the transformer element 10 is similar to that in the embodiment of Figs. 5 and 6.

Referring to Fig. 24, the embodiment shown therein is a modification of the embodiment of Figs. 20 and 21. The through-holes 16a-16d of the FPC and the coupling holes 22a-22d are apart from the connection portions 15a-15c of the FPC 18 in a direction of a length of the rectangular plate 11, preferably more than 1/16 of the length of the rectangular plate 11. This results in that the cover case 23, FPC 18 and circuit board 22 are fixed together at positions apart from the connection points between the input and output terminals and the connection pads and near the vibration nodes. The conductor strips 15 and the wiring patterns 26 on the circuit board 22 are connected to each other through the through-holes.

Figs. 25 and 26 show different modification of Fig. 24. Referring to Fig. 25, the connection portions 15a, 15c and 15d are bent to project towards the rectangular plate 11 in an arcuate form. Thus, the connection portions are in press-contact with the input and output terminal electrodes. The connection therebetween is insured.

In Fig. 25, the transformer element 10 is shown to have a similar primary and secondary electrode structure similar to that in Fig. 1. However, the input terminal electrodes 12c and 12d are provided to connect with the primary electrodes 12a and 12b, respectively.

The secondary electrode 13 provides the output terminal electrode portion at the lower end portion.

In Fig. 26, the connection portions 15a-15d are formed in waveforms to insure the connection between the input and output terminal electrodes 12c, 12d, and 13 and the connection portions 15a-15d.

#### Industrial Applicability

According to the present invention, the small-sized piezoelectric transformer can be provided which is easy in various deal in assembling in an electric circuit device. Therefore, it can provide a small-sized electronic device with a reduced cost.

## CLAIMS

1. A piezoelectric transformer comprising a transformer element and a connection lead structure coupled to said transformer element for connecting said transformer element with an external circuit, said transformer element comprising:

a rectangular plate made of a piezoelectric ceramic and having a first surface and side surfaces;

at least one pair of primary electrodes provided to said rectangular plate for receiving a driving voltage as a primary voltage to drive vibration of said rectangular plate by the piezoelectric effect;

input terminal electrodes formed on said rectangular plate partially exposed on said first surface and connected to pair of electrodes, respectively; and

at least one secondary electrode formed at a region of said rectangular plate where a voltage potential is generated by the vibration of said rectangular plate due to the piezoelectric effect, said secondary electrode having an output terminal electrode portion extending to expose on said first surface of said rectangular plate,

and said connection lead structure comprising:

a flexible flat sheet of insulator material; and  
a plurality of conductor strips formed in said

flat sheet and having connection portions partially exposed out of the flat sheet, said input and output terminal electrodes being mechanically and electrically connected to corresponding one of said connection portions in the condition that said transformer element stands on said flat sheet with said first surface of said rectangular plate overlying said flat sheet.

2. A piezoelectric transformer as claimed in claim 1, which further comprises an insulator envelope containing therein said transformer element together with said connection lead structure, a part of said connection lead structure extending out of said envelope for connection with said external circuit.

3. A piezoelectric transformer as claimed in claim 2, said envelope comprises a base element and a cover element coupled to each other.

4. A piezoelectric transformer as claimed in claim 3, the vibration of said rectangular plate having vibration nodes, wherein said cover element has projections on an inner surface, said projections being pressed onto the rectangular plate at positions corresponding to the vibration nodes to hold said transformer element stationary in said envelope.

5. A piezoelectric transformer as claimed in claim 3, wherein said cover element has a plurality of coupling projections extending to said base element, said

flexible flat sheet has a plurality of through-holes receiving said coupling projections, and said base element has coupling holes receiving and fixedly coupled to said coupling projections, respectively.

6. A piezoelectric transformer as claimed in claim 5, wherein said coupling projections are of the insulator material, said through-holes and said coupling holes are apart from said connection portions of said conductor strips in a direction of a length of said rectangular plate.

7. A piezoelectric transformer as claimed in claim 6, wherein said through holes and said coupling holes are apart from said connection portions of said conductor strips by a distance more than  $1/16$  of a length of said rectangular plate.

8. A piezoelectric transformer as claimed in claim 6, wherein said base element is an electrical circuit board having a wiring pattern to which said conductor strips are connected through said through-holes.

9. A piezoelectric transformer as claimed in claim 5, wherein said coupling projections are of metal.

10. A piezoelectric transformer as claimed in claim 9, wherein said through-holes are formed through said connection portions and said input and output terminal electrodes extend on said side surfaces of said

rectangular plate and are in contact with said coupling projections.

11. A piezoelectric transformer as claimed in claim 9, wherein said base element is an electrical circuit board having a wiring pattern to which said conductor strips are connected.

12. A piezoelectric transformer as claimed in claim 11, wherein said electrical circuit board has conductive land portions in which said coupling holes are formed.

13. A piezoelectric transformer as claimed in claim 11, wherein said coupling holes are formed in said wiring pattern to thereby connect said conductor strips with said wiring pattern through said coupling projection.

14. A piezoelectric transformer as claimed in any one of claims 6 through 13, the vibration of said rectangular plate having vibration nodes, wherein said flat sheet has at least one opening in the region other than regions corresponding to said vibration nodes and insulating said conductor strips.

15. A piezoelectric transformer as claimed in claim 14, wherein said connection portions project towards said rectangular plate to be thereby in press contact with said input and output terminal electrodes.

16. A piezoelectric transformer as claimed in claim 15, wherein each of said connection portions is bent in an arcuate form together with said flat sheet.

17. A piezoelectric transformer as claimed in claim 15, wherein each of said connection portions is bent in a wave form together with said flat sheet.

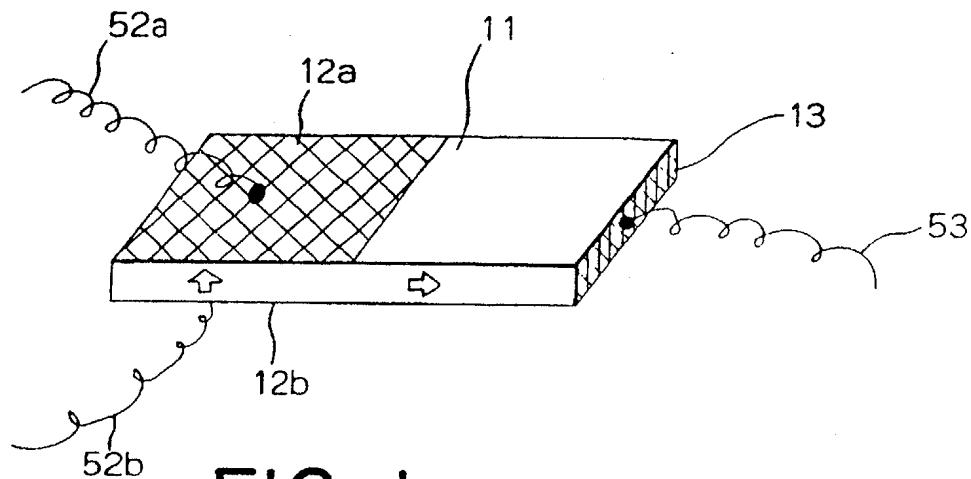


FIG. 1 PRIOR ART

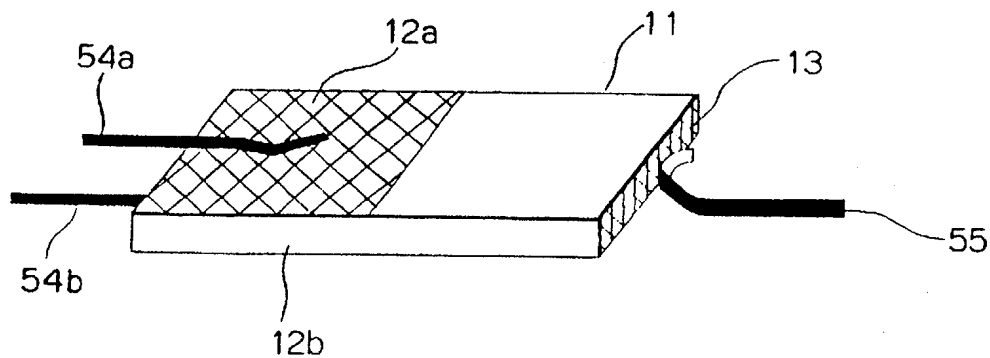


FIG. 2 PRIOR ART

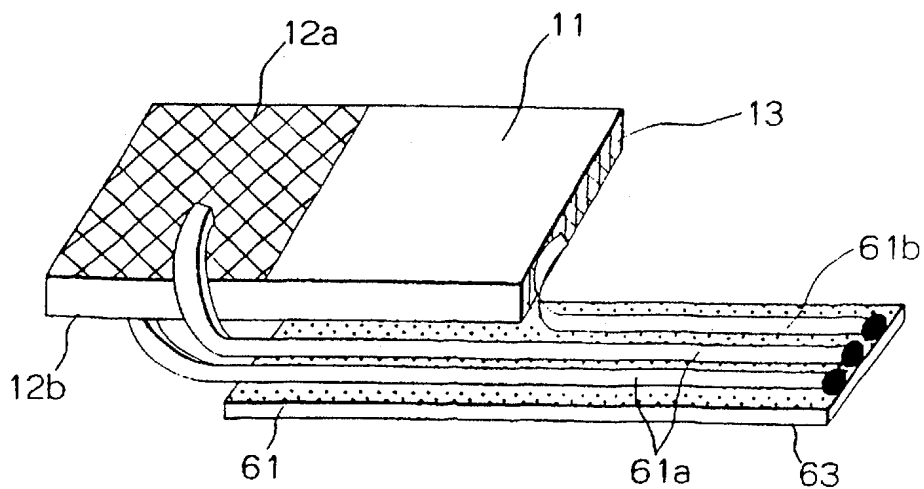


FIG. 3 PRIOR ART

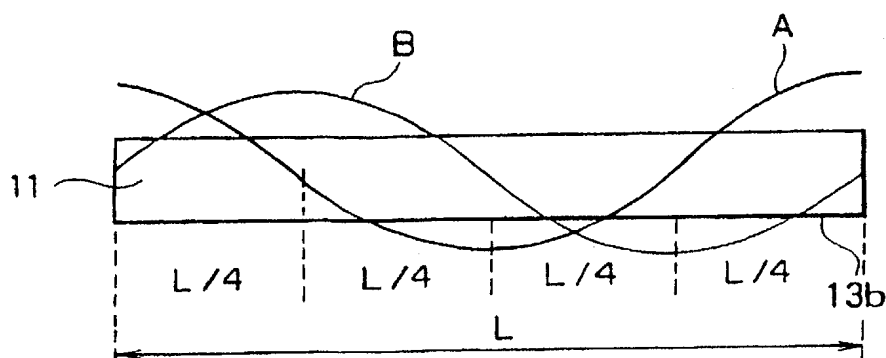


FIG. 4 PRIOR ART

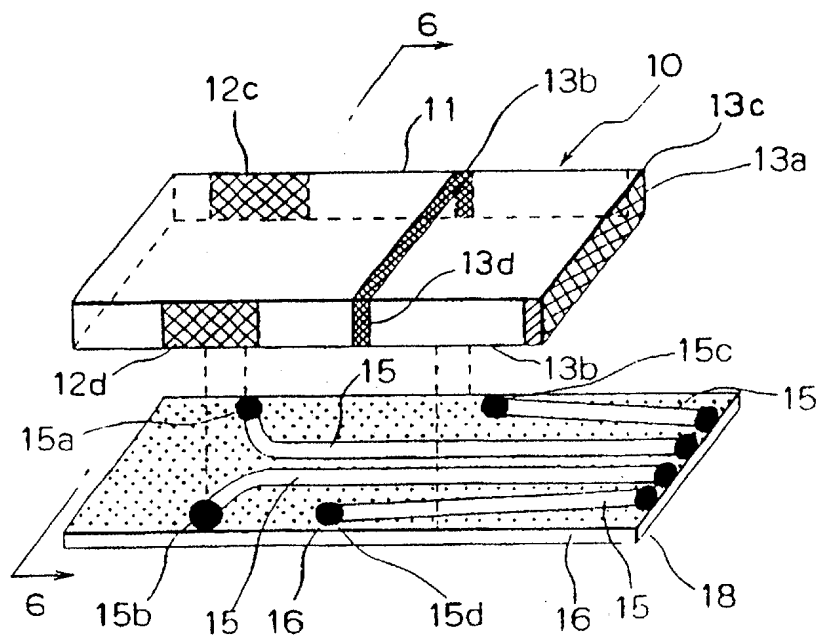


FIG. 5

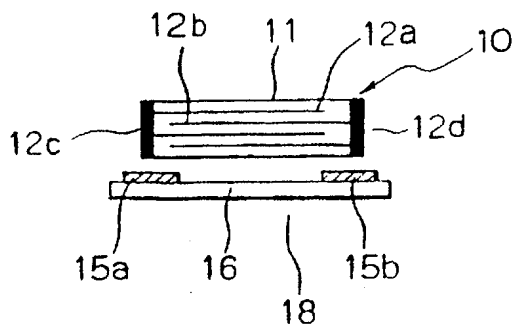


FIG. 6

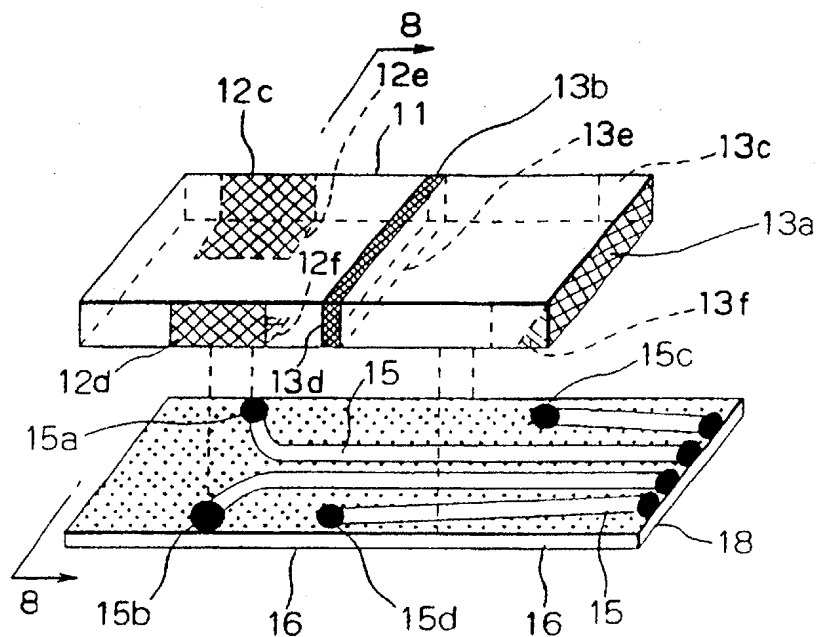


FIG. 7

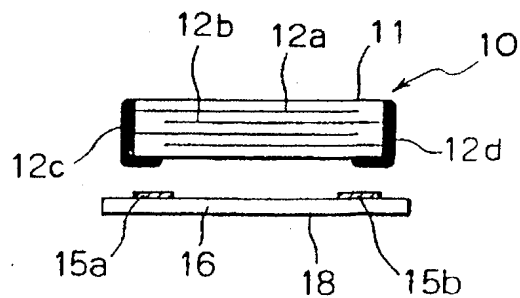


FIG. 8

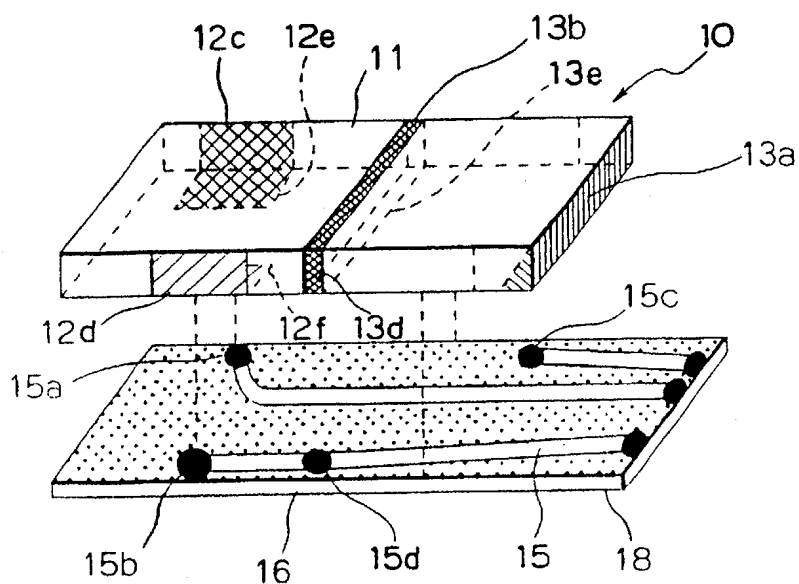


FIG. 9

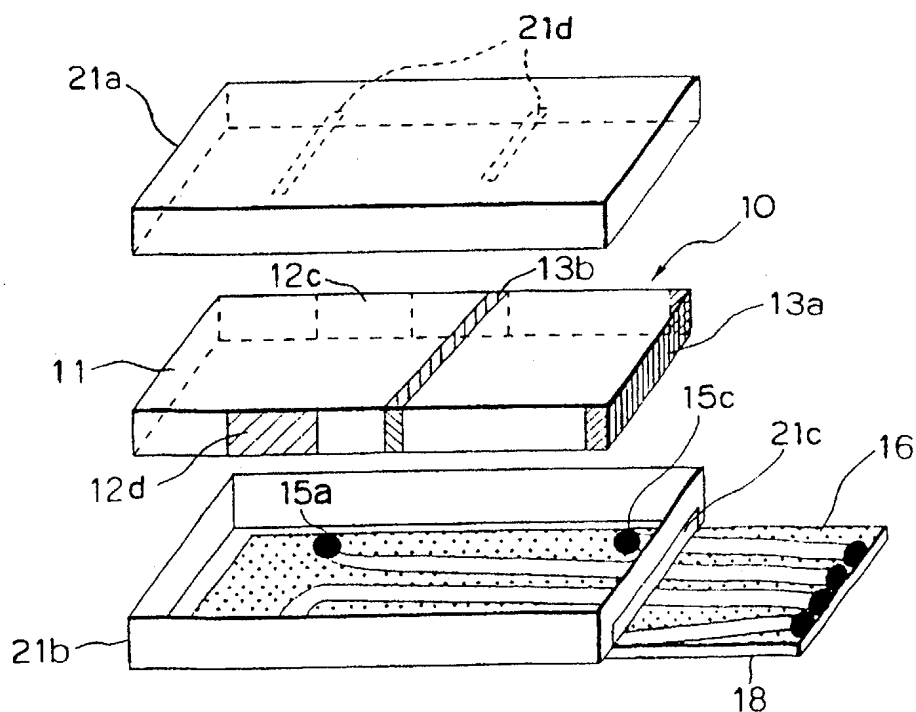


FIG. 10

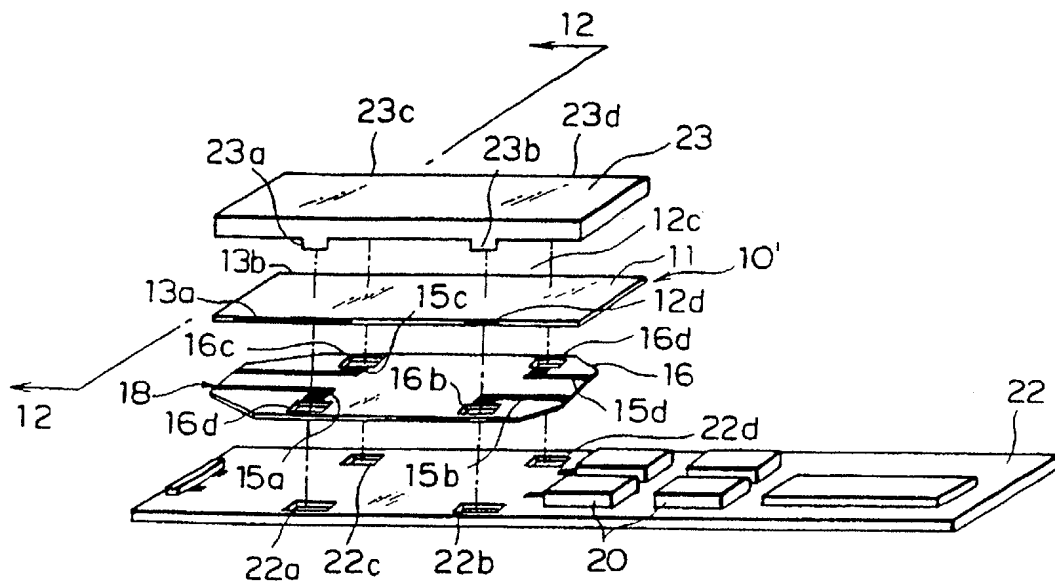


FIG. 11

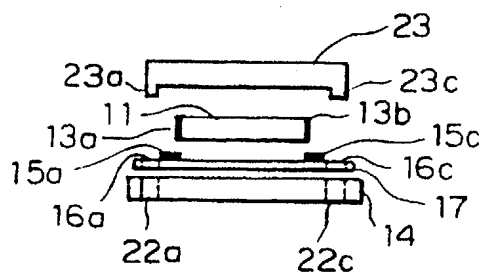


FIG. 12

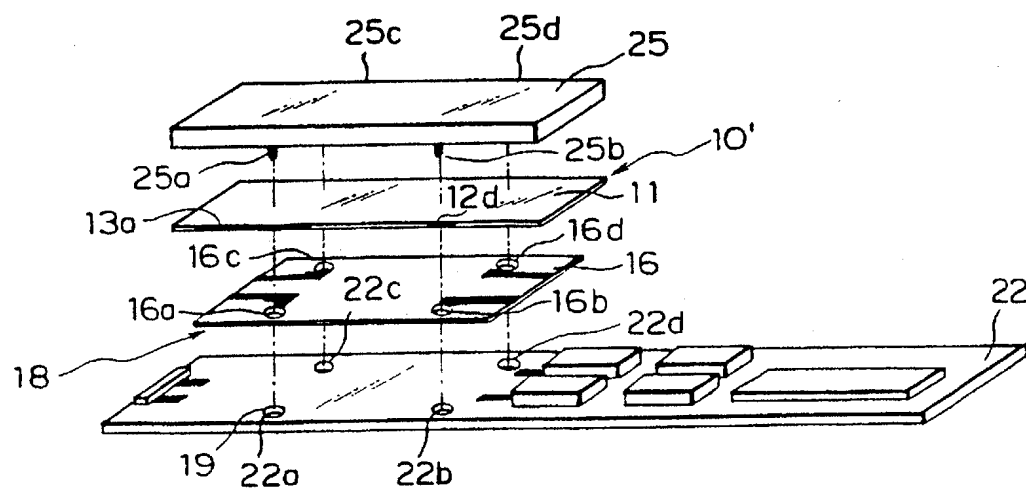


FIG. 13

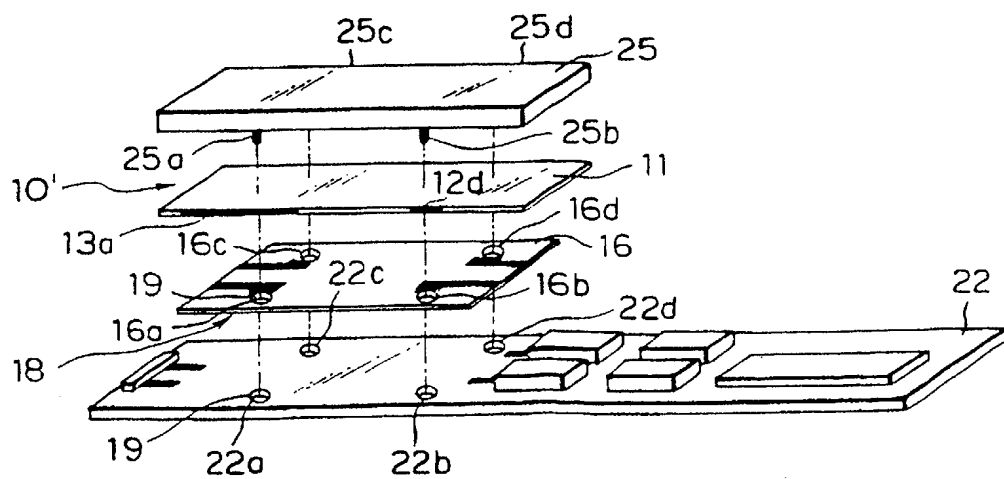


FIG. 14

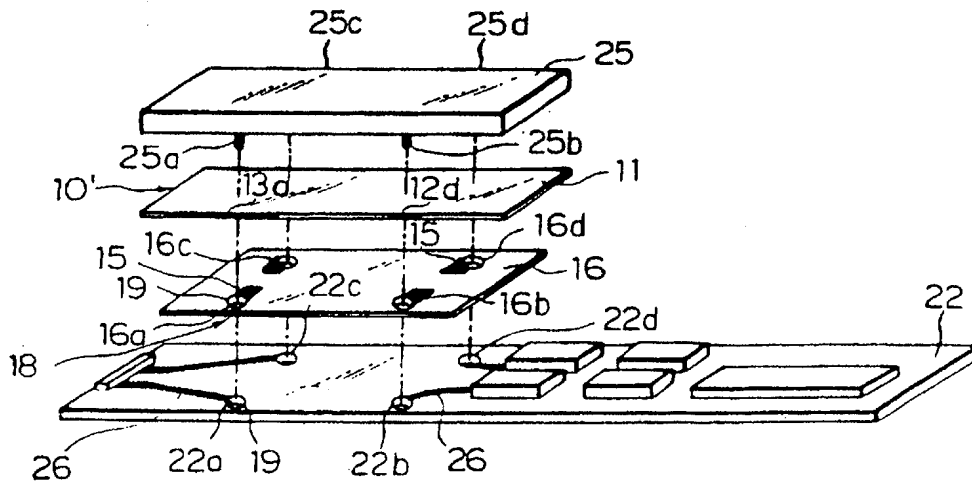


FIG. 15

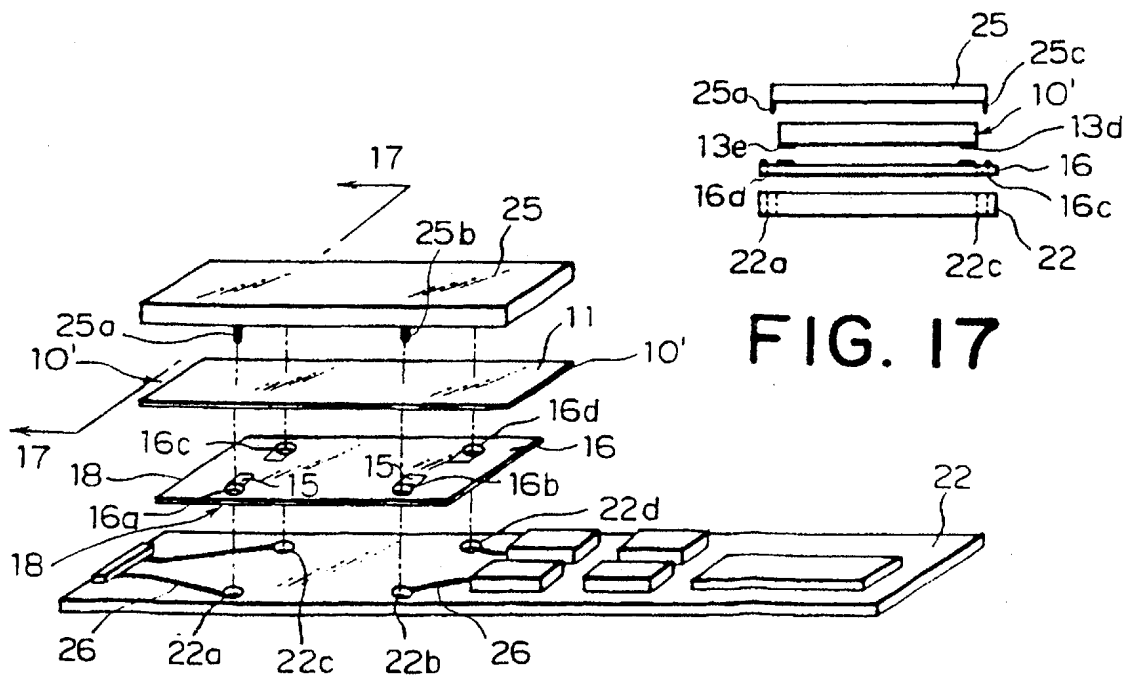


FIG. 17

FIG. 16

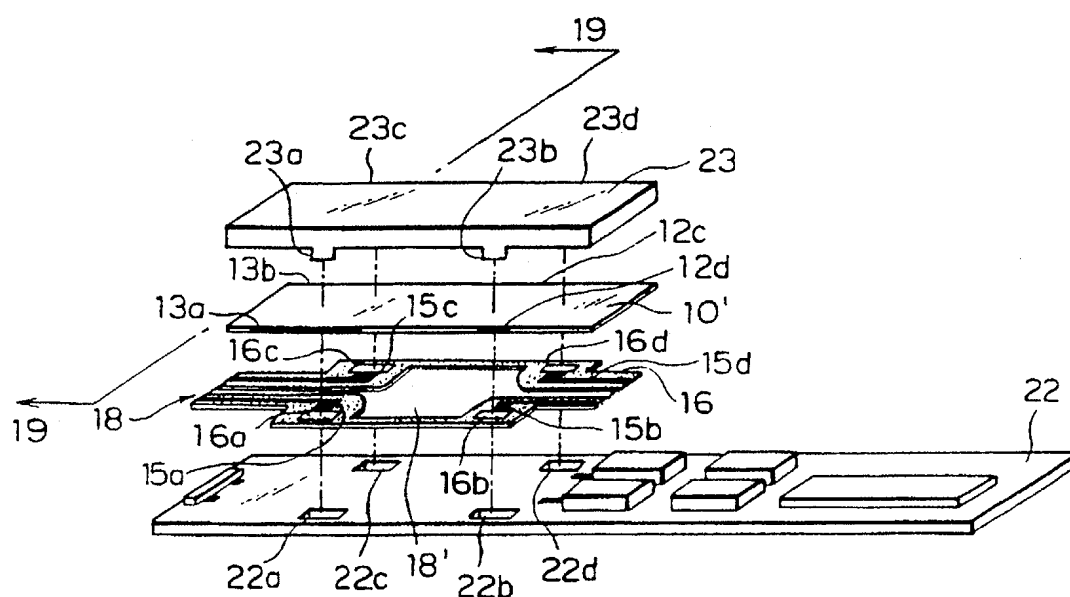


FIG. 18

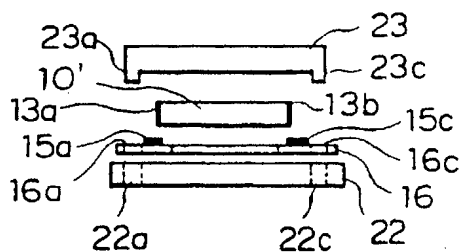


FIG. 19

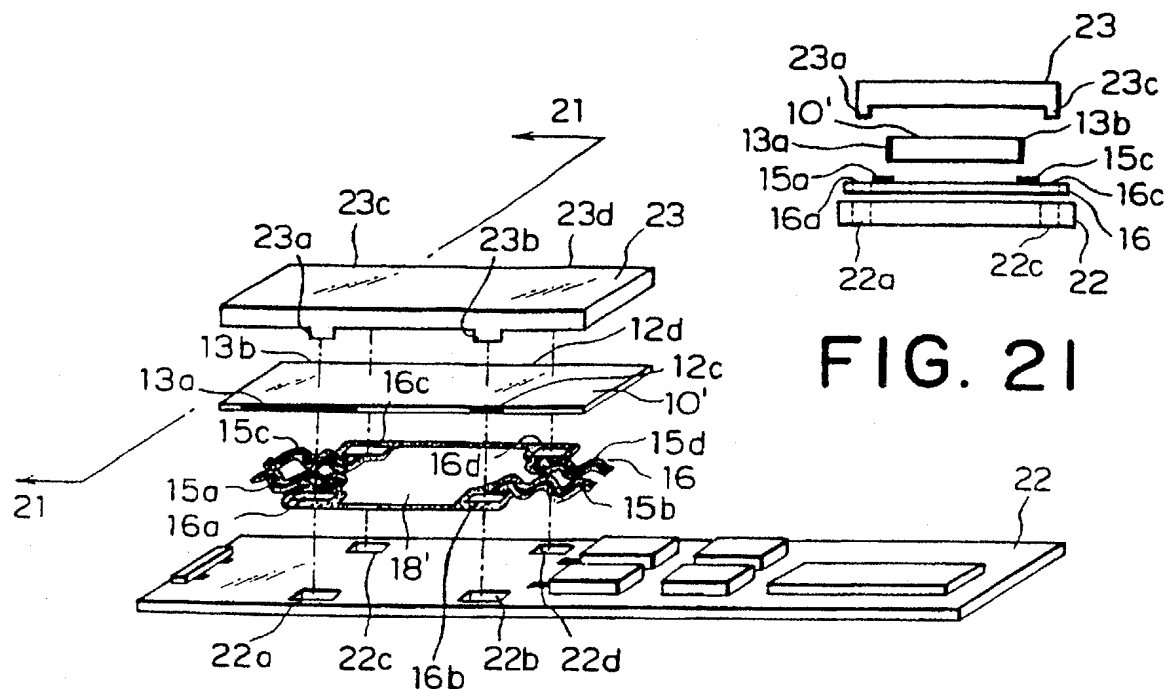


FIG. 21

FIG. 20

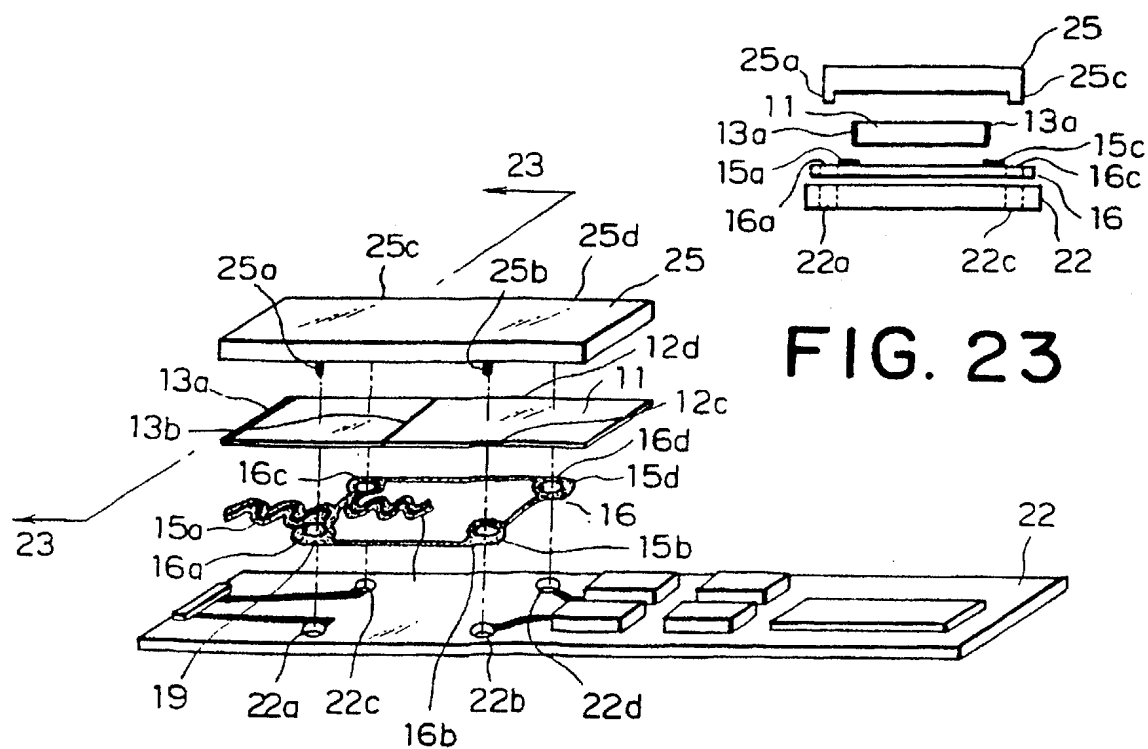


FIG. 23

FIG. 22

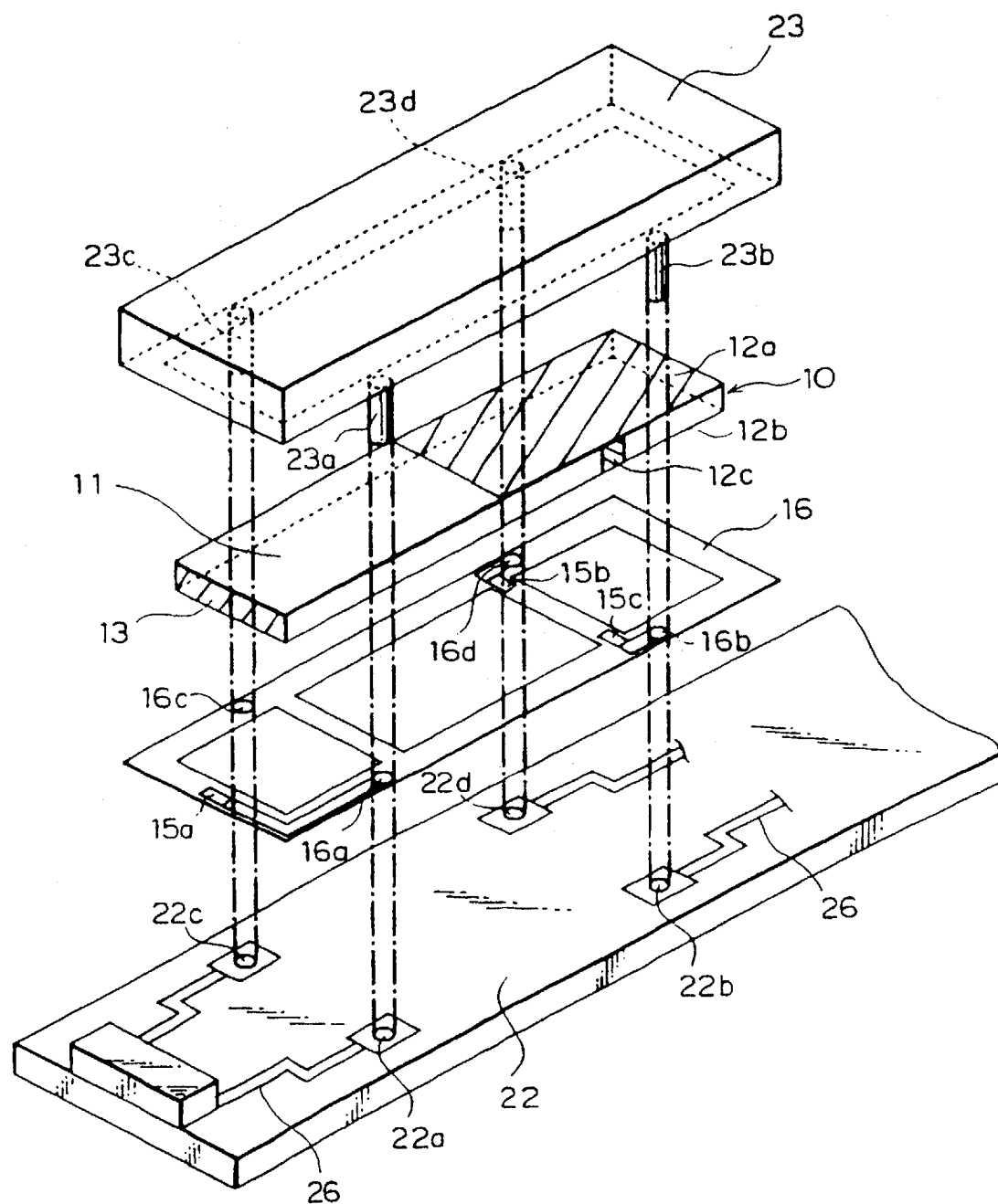


FIG. 24

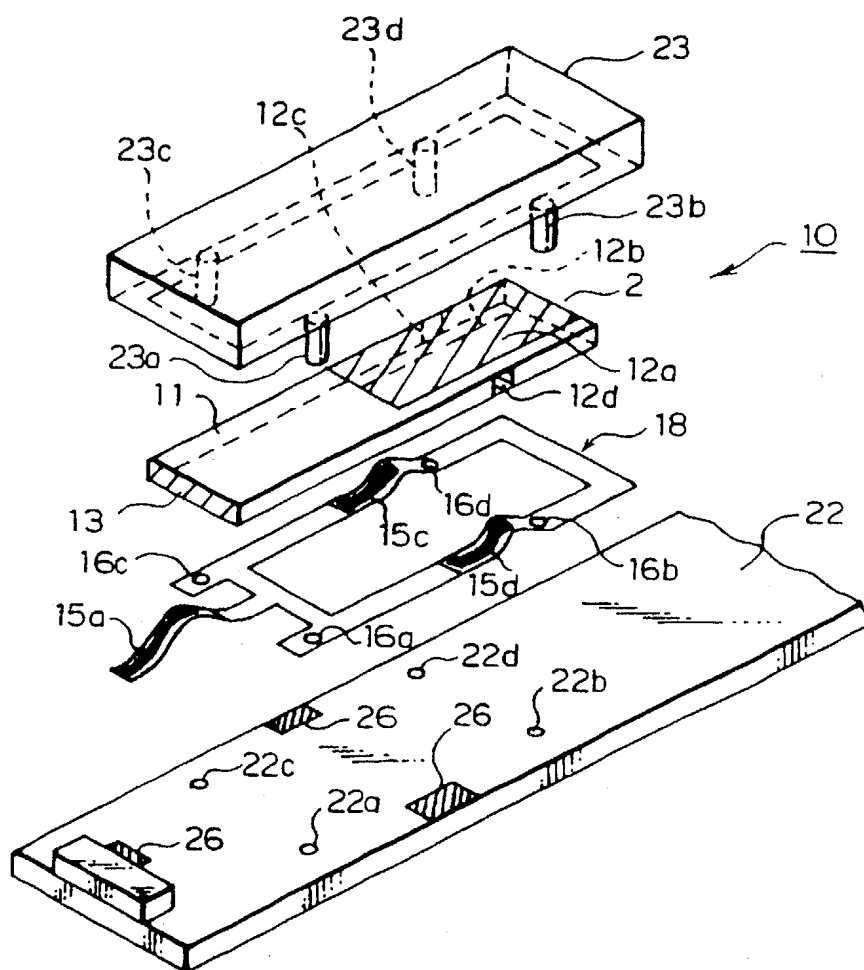


FIG. 25

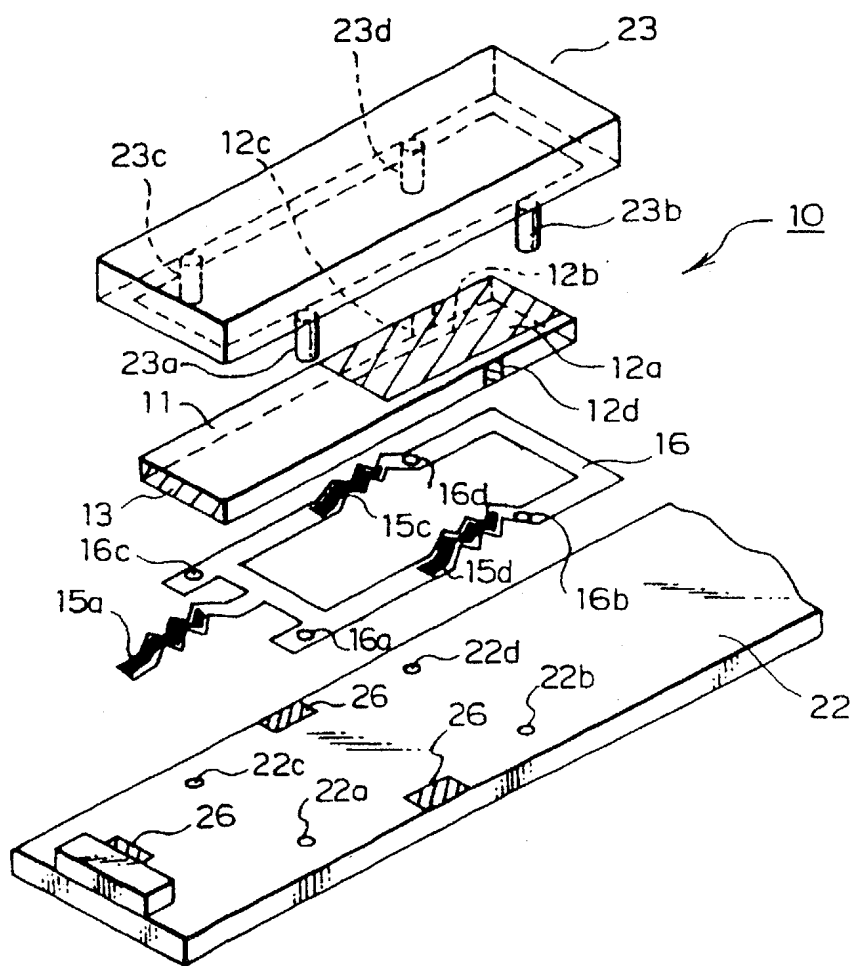


FIG. 26

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/JP 97/01638

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H01L41/107

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 006, 31 July 1995 & JP 07 079027 A (DAISHINKU CO), 20 March 1995, see abstract	1
A	EP 0 693 790 A (NIPPON ELECTRIC CO) 24 January 1996 see the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 August 1997

Date of mailing of the international search report

04-09-1997

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pelsters, L

International Application No  
PCT/JP 97/01638

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)